Die Entwicklung der Skulptur

und der

Zeichnung bei den Gehäuseschnecken des Meeres.

Inaugural-Schrift

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität Tübingen

vorgelegt von

Gräfin Maria von Linden

aus Burgberg.

Mit einer Tafel.

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1896.

(Separat-Abdruck aus: »Zeitschrift für wissensch. Zoologie«. LXI. Bd. 2. Heft.)

Den Untersuchungen über die Bedeutung der Thierzeichnung für die Systematik liegt eine im Jahre 1881 erschienene Arbeit Eimer's »Untersuchungen über das Variiren der Mauereidechse« zu Grunde. Der Verfasser liefert darin den Nachweis, dass die Zeichnung der Thiere als sicheres Mittel zur Erkenntnis ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen betrachtet werden kann und vielfach in auffallender Abhängigkeit zu den morphologischen Eigenschaften der Thiere steht. Aus diesem ersten Werke ergeben sich aber auch noch andere Thatsachen von weittragender Bedeutung, die den Verfasser zu dem Schlusse führen, dass auch in Bezug auf die Zeichnung nicht die kleinste Abänderung am Einzelthier zufällig ist, dass alle Abänderungen wenigen, ganz bestimmten Richtungen folgen (Orthogenesis), welche die Entwicklungsrichtungen darstellen, die im Weiteren, dadurch nämlich, dass durch Stehenbleiben auf bestimmten Stufen der Entwicklung Trennungen in der Organismenkette erfolgen (Genepistase), die Entstehung ständiger Abarten und Arten wesentlich bedingen und endlich, dass diese Entwicklungsrichtungen nicht durch den Nutzen beeinflusst werden, sondern den Ausdruck mechanisch-chemischer bezw. physiologischer Ursachen bilden, d. h. ein »organisches Wachsen« darstellen (Organophysis s. Morphophysis, Eimer). Die Gültigkeit dieser allgemeinen Gesetze wurde durch Eimer's weitere Arbeiten über »die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen« I. Thl. 1889 und

II. Thl. 1895 und über die Zeichnung der Raubthiere und Raubvögel (4d) durchaus bestätigt. Aber auch die Ergebnisse der Umbildung der Zeichnung sind im Wesentlichen für die verschiedenen Thiergruppen übereinstimmend und wurden von ihm in folgender Weise zusammengefasst (4f, I. Thl.):

»1) Seitliche Verschmelzung einzelner die ursprünglichste Zeichnungsstufe darstellender Binden, so dass der Binden weniger werden.

2) Schwinden einzelner Binden.

3) Verschmälerung oder Verkürzung bezw. theilweises Schwinden oder theilweise Auflösung von Binden, so dass an Stelle derselben Flecke und Punkte entstehen.

4) Seitliche Verbindung einzelner oder sämmtlicher Längsstreifen durch neu auftretende Dunkelfärbung, wodurch mehr oder weniger eine Querzeichnung entsteht, die Grundfarbe aber in Flecken getheilt wird.

5) Verbreiterung dieser Querverbindungen und der ursprünglichen Längsbinden oder dieser letzteren allein, wodurch die ursprüngliche Grundfarbe immer mehr zurückgedrängt wird und schließlich bis auf Reste oder ganz schwindet.

Eben so kann umgekehrt:

6) Durch fast oder ganz vollständiges Zurücktreten der Zeichnung Einfarbigkeit in der Grundfarbe entstehen.

7) handelt es sich um Entstehung neuer Eigenschaften, welche mit den unscheinbarsten Anfängen beginnen. Solcher neuer Eigenschaften, welche nicht aus den alten hervorgegangen sind, giebt es aber auffallend wenige im Verhältnis zu den allmählichen Umbildungen. Die große Mannigfaltigkeit der Eigenschaften wird nicht in erster Linie durch sie, sondern wesentlich durch die erwähnten Veränderungen der alten und dadurch bedingt, dass

8) es nicht immer dieselben Zeichnungen sind, welche sich verändern oder schwinden, sondern verschiedene: so kann in einer Gruppe ein bestimmter Streifen ganz schwinden, während derselbe in einer anderen geradezu besonders kräftig geworden ist.«

Diese Abänderungsweise bezeichnet Eimer später (4f, II. Thl.) als verschiedenstufige Entwicklung (Heterepistase).

»9) Durch die Verschiedenheit in der Umbildung im Einzelnen verzweigt sich die Formenreihe von gewissen Punkten aus, und es ergiebt sich baumförmige Verzweigung.

10) Durch Bezüglichkeit (Korrelation), d. i. dadurch, dass mit

der Veränderung einer Eigenschaft häufig noch eine andere oder mehrere zugleich auftreten.«

Die Korrelation spielt hauptsächlich bei der sprungweisen Umbildung (Halmatogenesis, EIMER) eine hervorragende Rolle. Besonders auffällig ist ihre Wirkung dann, wenn plötzliche Umänderungen zahlreicher Zeichnungen entstehen, so dass diese mit einem Male ganz neue Muster bilden (kaleidoskopische Umbildung, EIMER).

Von diesen in den EIMER'schen Werken niedergelegten Gesichtspunkten ausgehend, habe ich versucht das überaus reichhaltige und durch große Mannigfaltigkeit in der Zeichnung hervorragende Material der Gastropoden zu sichten. Ich begann meine Untersuchungen mit den Heliciden; es stellte sich jedoch heraus, dass wegen der großen Beständigkeit der Zeichnungscharaktere innerhalb dieser Gruppe keine weitgehenderen Ergebnisse zu erzielen seien. Eine ursprünglichere und sehr mannigfache Zeichnung findet sich dagegen auf den Schalen der Meeresschnecken. Es gelang mir hier eine Gesetzmäßigkeit der Zeichnung im Einzelnen nachzuweisen, welche im Wesentlichen mit den Ergebnissen EIMER's bei anderen Thiergruppen übereinstimmt, und welche dieser im Allgemeinen auch für die Mollusken schon ausgesprochen hatte. Da jedoch die Zeichnung auf den jugendlichen Windungen der meisten Schneckenschalen schwierig zu beobachten ist, weil der vorhergehende Umgang durch den folgenden zum größten Theile bedeckt wird und da die phylogenetisch jüngeren Formen der jetzt lebenden Gattungen der Meeresschnecken, welche z. B. im Tertiär erhalten sind, nur verhältnismäßig selten ihre vollkommene Schalenzeichnung bewahrt haben, so war ich genöthigt, mich nach einem Kennzeichen umzusehen, welches mir ermöglichte innerhalb jeder Gattung die Arten mit jugendlichen Charakteren von den fortgeschrittenen Formen zu trennen. Ein solches unterscheidendes Merkmal bot sich mir einmal in der Form des embryonalen und des späteren Gehäuses, dann aber ganz besonders in der Gehäuseskulptur, die ebenfalls nach ganz bestimmten Richtungen, und zwar merkwürdigerweise nach ganz ähnlichen wie die Zeichnung abzuändern pflegt. Aus diesem Grunde, und weil ihre Entwicklungsstufen ontogenetisch und phylogenetisch leicht zu verfolgen sind, giebt sie eine sichere Grundlage für die genetische Anordnung der Arten ab. Ich schicke ihre Behandlung derjenigen der Zeichnung voraus.

Abänderung der Skulptur bei Meeresschnecken.

Die Ansichten über die Bedeutung der Molluskenschale für die Systematik haben im Lauf der Zeit vielfache Änderung erfahren. Während der Betrachtung der Gehäuse früher von Seiten der Forscher allgemeines Interesse zugewendet wurde, blieb dieses Gebiet in neueren Zeiten hauptsächlich dem Paläontologen überlassen. Der Zoologe machte sich fast ausschließlich das Studium des Thieres selbst zur Aufgabe und schenkte der Schale als einem systematischen Merkmal zweiter Ordnung geringere Beachtung. Es erscheint deshalb selbstverständlich, dass zuerst von den Paläontologen das Bestreben ausging auf Grund eines eingehenden Studiums der in den verschiedenen Erdschichten erhaltenen Schalenformen für den einen oder anderen Zweig der Mollusken Entwicklungsreihen aufzustellen, wie es schon früher für die Wirbelthiere auf Grund ihres Skelettes geschehen war.

Der Einwurf, der gegen derartige Versuche von mancher Seite gemacht wurde, dass die Schale zu leicht veränderlich sei und systematisch wichtige Abänderungen des Thieres zu wenig zum Ausdruck bringe, um die Stammesgeschichte getreu wiedergeben zu können, erwies sich als nicht stichhaltig. Es wurde vielmehr gezeigt, dass auch die Schale unter geeigneten Verhältnissen ihre Charaktere lange bewahren kann, und dass sie in ihrem Bau und in ihrer Beschaffenheit diejenigen Veränderungen zum Ausdruck bringt, welche das Thier in seinem individuellen Leben durchmachen musste und die ihrerseits wieder einen Einblick in die Stammesgeschichte gewähren (9b, p. 350—351). Dadurch aber, dass sich auf einer und derselben Schale verschiedene Altersstufen beobachten lassen, und dass auch die Embryonen verschiedener fossiler Formen erhalten sind, zeigen sich die Molluskenschalen noch geeigneter zu phylogenetischen Studien als die Skelette der Wirbelthiere, von denen jedes einzelne zur Untersuchung gelangende nur eine Altersstufe darstellt und von denen nur bei noch lebenden Arten die Embryonalformen zur Verfügung stehen.

In Deutschland war Würtenberger der Erste, dem der Versuch gelang die Stammesgeschichte der Ammoniten an der Hand ihrer Schalenentwicklung abzuleiten und die Gesetze festzustellen, nach welchen sich die Abänderungen in der Schalenskulptur vollziehen. In Amerika waren Cope und A. Hyatt zu ähnlichen Ergebnissen über die phylogenetischen und ontogenetischen Beziehungen der Cephalopoden gelangt, während von anderer Seite durch Beecker, Schuchert und Clarke die Brachiopoden, durch Jackson die Muscheln in

diesem Sinne bearbeitet wurden. HYATT war es in erster Linie, der die gewonnenen Resultate verallgemeinerte und in seiner »Phylogeny of an acquired characteristic« (1895) gezeigt hat, dass die Vererbung der in der Schale ausgeprägten Abänderungen und die Entstehung neuer Arten denselben Gesetzen folge, die schon im Jahre 1881 EIMER für die Artbildung im Allgemeinen als maßgebend erkannt und sieben Jahre später in der »Entstehung der Arten« gegen den übertriebenen Einfluss, der dem Nutzen auf die Artbildung von mancher Seite zugeschrieben wird, vertheidigt hat. Das von EIMER aufgestellte Undulationsgesetz, wonach eine ganz bestimmte Zeichnungsfolge in bestimmter Richtung über den Körper der Thiere während ihrer Ausbildung hinzieht, entspricht wiederum vollkommen jener COPE-WÜRTENBERGER'schen Gesetzmäßigkeit der morphologischen Schalenbildung bei Cephalopoden.

Zusammenfassende Angaben über die Entwicklung des Schneckengehäuses und seiner Skulptur, welche mir meine Arbeit über die Entwicklung der Zeichnung auf der Gastropodenschale wesentlich vereinfacht hätten, habe ich in der mir zugänglichen Litteratur nicht gefunden. Häufig wird zwar auch in den Diagnosen der Schriftsteller vom vorigen und vom Anfang dieses Jahrhunderts hervorgehoben, dass die jugendlichen Windungen der Schneckengehäuse eine andere Skulptur tragen, als die letzten Umgänge, dass die ausgewachsenen Schalen in wesentlichen Punkten von den nicht ausgewachsenen abweichen. Diese Beobachtungen pflanzen sich jedoch von einem Werk in das andere fort, ohne zu allgemeinen Schlüssen verwerthet zu werden. D'ORBIGNY gehört zu den Wenigen, welche die an verschiedenen Individuen gemachten Einzelbeobachtungen zusammenstellten, indem er ausführt, dass für die Schalen der Gattung Pleurotomaria drei durch das Alter bestimmte Entwicklungsstufen bestehen. Er sagt an betreffender Stelle: »in der frühesten Jugend ist das Gehäuse glatt, später erscheinen Rippen, Leisten und Knoten, die fast während des ganzen Lebens bestehen bleiben und auf dem letzten Umgang besonders ausgebildet sind. In der dritten Periode schwindet die Skulptur wieder und das wiederholte Glattwerden der Schale kündigt die im hohen Alter beginnende Degeneration an« (18, p. 395).

Von sehr scharfer Beobachtung zeugen die Thatsachen, welche BLAINVILLE schon 1825 (1, p. 205) mittheilt und einer Klassifikation der Mollusken zu Grunde gelegt wissen will. Auch er schreibt dem Alter und dem Geschlecht einen augenscheinlichen Einfluss auf das Thier zu und erklärt sich auf diese Weise die eigenthümliche Erscheinung, dass an einer Lokalität Individuen gefunden werden, welche in der Beschaffenheit ihrer Schalen wesentlich von einander abweichen. »Um so begreiflicher ist es,« fährt er fort, »dass die Gesammtheit der Verhältnisse, welche der Örtlichkeit ihren Charakter verleihen, sich, nachdem sie sehr lange Zeit hindurch eingewirkt hat, in der Aufeinanderfolge von Individuen einer Art bemerklich macht, indem dadurch Änderungen der Schalengröße, der Proportionen, der Färbung, des Zeichnungsmusters und der Skulpturbeschaffenheit ihrer Oberfläche hervorgerufen werden, Abänderungen, die besonders auffallend werden, wenn man Individuen einer Art, die jahrhundertelang an verschiedenen Lokalitäten gelebt haben, mit einander vergleicht. In Wirklichkeit erzeugen diese Unterschiede, wie es scheint, konstante Varietäten, welche um so mehr von einander abweichen werden, je weiter die Wohnplätze von einander entfernt sind. Man könnte diese Varietäten als lokale Arten bezeichnen, wird jedoch davon abstehen, sie als wirkliche Arten zu betrachten, wenn man diese vorgeblichen Arten von einer großen Anzahl von

Örtlichkeiten zusammenstellt und findet, dass die einen ganz unmerklich in die anderen übergehen.«

Blainville hat in diesen interessanten Beobachtungen Gesetze ausgesprochen, denen durch spätere Forscher bei der Artbildung eine große Bedeutung zugeschrieben wurde, und es kann nur der zu jener Zeit üblichen Forschungsweise zur Last gelegt werden, dass nicht schon früher aus solchen Thatsachen den Gang der Wissenschaft fördernde Schlüsse gezogen worden sind. Auch die Gastropoden-Monographien, welche nach d'Orbigny's Zeit theils neu, theils als Umarbeitungen früherer Werke erschienen sind, beschränken sich auf genaue Artbeschreibungen und dienen weniger dazu allgemeine Aufschlüsse über das Abändern der Individuen zu geben, als deren Stellung im System zu erläutern.

Als die rein beschreibende mit der vergleichenden Methode vertauscht wurde, wandte sich, wie ich schon erwähnt habe, das Interesse der Paläontologen in erster Linie der Cephalopodenschale zu, wahrscheinlich desshalb, weil das Material fossiler Cephalopoden besser erhalten, reichhaltiger und in Bezug auf seine Lagerung in den Schichten genauer erforscht war, als das der Gastropoden. Die einzigen Versuche, die gemacht worden sind, um auch für Gastropoden fortlaufende Reihen ihrer Entwicklungsstufen aufzustellen, waren die von Hilgendorf und Neumayr. Der Erstere verfolgte die Entwicklung der Valvata multiformis durch die verschiedenen Schichten des Steinheimer Tertiärbeckens hindurch (7), der Andere stellte eine Reihe für Paludina Neumayri zusammen, welche in den Paludinenschichten des Pliocäns von Westslavonien gesammelt wurde (17). Während Valvata multiformis zuerst ein flachgewundenes, später ein ziemlich hohes Gehäuse besitzt, unterscheidet sich die Anfangsform der Paludinenreihe durch ein vollkommen glattes Gehäuse, die Schale der Endform dagegen ist höher gewunden und mit zwei scharfen Kielen und mehreren kleineren Längsleisten versehen.

Die meisten Anhaltspunkte für die im Laufe der Zeit auftretenden Abänderungen der Schalenform und Schalenskulptur fossiler Gastropoden geben uns die systematischen Bearbeitungen der Faunen der großen Tertiärbecken, welche uns von Deshayes für das Pariser Becken, von Hörnes für das österreichische Tertiär, von Sandberger für das Mainzer Becken geliefert sind. Das Studium älterer Formen ist u. A. durch die eingehenden Forschungen E. Kittl's über die triadischen Gastropoden der St. Cassianer Schichten und der Marmolata ermöglicht. Eine Zusammenstellung entwicklungsgeschichtlicher Ergebnisse, die sich auch vielfach auf Schalenskulptur beziehen, ist in Koken's »Entwicklung der Gastropoden vom Cambrium

bis zur Trias« gegeben. Immerhin bleibt das fossile Material der Gastropoden viel weniger vollständig als das der Cephalopoden; da uns jedoch eine große Menge recenter Formen zur Verfügung stehen, so scheint es mir nicht unmöglich, über die Umbildung der Skulptur der Schneckengehäuse eben so sichere Anhaltspunkte zu gewinnen, wie sie WÜRTENBERGER für die Ammonitenschale erhalten hat. Man wird natürlich statt der Ergebnisse der Stammesgeschichte die der Ontogenie zum Ausgangspunkt der Untersuchungen machen müssen und vergleichen, ob die Abänderungen, welche das Einzelwesen im Laufe seines Lebens erleidet, in irgend einem Zusammenhang stehen mit den Abänderungen, welche die Gattung in den geologischen Schichten durchgemacht hat.

Unter Schalenskulptur versteht man die normaler Weise auftretenden Unebenheiten der Gehäuseoberflächen. Solche Skulptureigenthümlichkeiten verlaufen entweder in der Richtung der Anwachsstreifen oder senkrecht zu diesen, in der Richtung des fortrückenden Mantels, so dass wir zwischen Quer- und Längsskulptur unterscheiden müssen, deren jede aus Leisten, Furchen, Rippen, aus Knoten oder Stacheln bestehen kann. Die Embryonalwindungen, welche bei vielen Gastropoden als Anfangsgehäuse erhalten sind, pflegen mit wenigen Ausnahmen (Voluta vespertilio L. u. a.) vollkommen glatt zu sein. Die Skulptur erscheint gewöhnlich erst auf dem späteren Gehäuse, bleibt auf allen Umgängen dieselbe oder ändert im individuellen Leben öfters ab und erreicht dann meistens auf dem letzten Umgang ihre höchste Entwicklung. Die neuen Eigenschaften treten sehr häufig an der Schalenbasis zuerst auf und die alten bleiben an der Spitze am längsten erhalten. Wenn es sich um alte Individuen, oder um Vertreter einer aussterbenden Art handelt, so beobachtet man regelmäßig ein allmähliches Erlöschen der Schalendifferenzirungen, eine Rückbildung der Skulptur.

Auf jeder Schneckenschale lassen sich mehr oder weniger deutlich auf sämmtlichen oder nur auf wenigen Windungen des späteren Gehäuses zwei Liniensysteme unterscheiden, welche als erste Spuren einer Schalenskulptur gelten können. Von diesen beiden Liniensystemen zeigen die einen, welche quer verlaufen und Anwachsstreifen genannt werden, obwohl dieselben vielleicht weniger ursprünglich sind als die Längslinien, eine viel größere Neigung sich zu einer ausgesprochenen Skulptur umzubilden als die anderen. Desshalb finden wir auch, wenn wir die phylogenetische Entwick-

lung der Meeresschnecken verfolgen, dass die erste deutliche Differenzirung der Schalenoberfläche der einzelnen Gattungen darin besteht, dass die Anwachsstreifen sich verdicken und Querrippen erzeugen. Auch in der individuellen Entwicklung bildet dieses Stadium meistens den Anfang der Skulptur. So finden wir z. B. für die Ontogenie der Pleurotomariiden d'Orb. aus den Triasschichten von St. Cassian die allgemeine Angabe (12, p. 213), dass nach der glatten Embryonalwindung Umgänge mit Querrippen folgen, welche in verschiedener Weise abändern können. Dieselben Skulpturanfänge hat Kittl bei Pseudomelaniiden Fischer, und den meisten Trochiden d'Orb. (Turbo, Collonia, Trochus etc.) gefunden. Auch Koken (13) erwähnt, dass bei den Bellerophontiden die Skulptur der früheren Arten »Bellerophon« durch Anwachsstreifen bedingt ist, während die späteren Arten »Bucania« eine durch Kreuzung dieser Querrippen mit »Spiralstreifen« hervorgebrachte Gitterskulptur tragen.

Dasselbe beobachten wir, wenn wir die tertiären Voluten-Arten mit den recenten Formen vergleichen. Die ersteren tragen auf allen Umgängen Rippen, die jetzt lebenden Arten, welche mit den fossilen in der Schalenform oft große Ähnlichkeit zeigen, haben dagegen meistens nur gerippte Anfangswindungen und weisen später Knoten oder Stacheln auf. Noch auffallender ist das Vorkommen ausschließlich glatter oder gerippter Mitra-Arten im Eocän des Pariser Beckens, während die Vertreter derselben Gattung aus den unteren Lagen der Subapenninenformation eine eigenthümliche Gitterskulptur haben, die durch sich schneidende Quer- und Längsrippen hervorgebracht wird.

Die Querrippen, welche gewöhnlich in regelmäßigen Abständen auf einander folgen, sind, so lange sie noch in den Anfängen ihres Auftretens stehen, wenig zahlreich, vermehren sich aber mit jedem Umgang, wie es z. B. Kittl für die triadische Pseudomelaniide Loxonema beobachtet hat (12, III. Th., p. 145). Das Gegentheil, eine Verminderung der Rippen, finden wir auf den späteren Windungen der jetzt lebenden Rippen tragenden Formen. Diese Abnahme der Rippenzahl kommt dadurch zu Stande, dass von den auf den ersten Umgängen eng zusammenstehenden Rippen mehrere zu größeren Wülsten verschmelzen, so dass z. B. bei einigen Mitraarten die Rippen auf der Endwindung bis auf ein Drittel der ursprünglichen Anzahl reducirt werden (Mitra raricosta Lam. und Mitra parisiensis Desh.).

Die Knotenbildung beginnt bei Schnecken, die ein Schlitzband haben, an der oberen und unteren Begrenzungslinie desselben, durch eine seichtere oder tiefere Einknickung der Querrippen. Die apicale Knotenreihe ist, so viel ich beobachtet habe, immer viel kräftiger entwickelt und entspricht durch dieses Verhalten, wie durch ihre Lage, dem Kiel der Gastropoden ohne Schlitzband.

Sehr häufig vereinigen sich bei Pleurotomariiden die Knotenreihen, welche das Schlitzband begrenzen, zu scharfen Leisten, ja es kommen sogar bei dem Genus Schizogonium Koken kammförmige, gezähnte oder sägeblattähnliche Umbildungen der Knoten vor. Eben solche längsverlaufende Sägerippen beschreibt Quenstedt bei Cerithien (20, Taf. CCIII, obere Reihe Fig. 8 ff.).

Bisweilen entwickeln sich z. B. bei einigen Strombus-Arten, und eben so bei Pteroceras, besonders aber bei Trochus, Turbo und Cerithium außer der am Kiel verlaufenden Knotenreihe auf dem übrigen Theil der Rippen Erhöhungen, die zur ersteren parallele Knotenreihen bilden, deren Elemente jedoch die Größe der Knoten am Kiel nicht erreichen. Auch diese Nebenreihen können sich zu glatten Längsleisten umbilden. So finden wir, dass die größere Menge der Cerithien, welche im Tertiär vorkommen, in Längsreihen stehende Knötchen hat, während die Mehrzahl der triadischen Formen quere Anordnung der Knoten erkennen lässt. Schon bei tertiären und noch mehr bei recenten Arten verschmelzen die Knötchen zu glatten Längskielen.

Wir gelangen somit zu dem Ergebnis: dass sich phylogenetisch meistens Querrippen, hierauf Querreihen, dann Längsreihen von Knötchen und endlich glatte Längsleisten folgen; dasselbe ergiebt sich auf ontogenetischem Wege. Den Übergang von Querrippen zu quer verlaufenden Knötchenreihen bildet z. B. Cerithium decussatum Defr. (3, Taf. XLVI, Fig. 1 u. 2); Knötchenreihen verbinden sich zu Längsleisten bei Cer. lamellosum Brug. (3, Taf. XLIV, Fig. 8 u. 9) und besonders deutlich bei Cer. tricarinatum Lam. (3, Taf. LI, Fig. 9 *var.f*). Dasselbe ist zu beobachten bei Cer. quadrifidum Nob. und bei Cer. quadrisulcatum Lam. (3, Taf. LV, Fig. 18—20 u. Fig. 21—23). Auch auf Turboschalen lassen sich solche Übergänge feststellen. Die Neigung der Längsleisten, sich in Sägerippen aufzulösen, beobachtet man bei Cer. tricarinatum Lam. (3, Taf. LI, Fig. 6 *var.d*). Sehr häufig z. B. bei einigen Strombus-Arten (St. fasciatus Born.), bei Pleurotoma, Pleurotomaria (Schizodiscus planus Klipstein sp.) (12a, I. Th., p. 211, Fig. 2) etc.,

kommt eine Knotenbildung dadurch zu Stande, dass sich mehrere Querrippen in einem Punkte vereinigen und an dieser Stelle ein Knoten entsteht. Die Vereinigung der Rippen erfolgt jedoch nicht immer in derselben Lage. Laufen die Rippen in einem Punkte des Kieles zusammen, so entsteht, wie wir es bei Strombus fasciatus Born. beobachten, eine Verminderung der Rippen. Bei Pleurotoma und Pleurotomaria liegt der Vereinigungspunkt meistens weiter unten, der Basis zu, so dass sich die Zahl der Rippen vermehrt; nur bei Pleurotoma rugosa Desh. liegt nach DESHAYES' Beschreibung der Gabelungspunkt in der Mitte der Rippen.

Schon bei Strombus entwickeln sich sehr oft die zwei oder drei vor der Mündung des letzten Umgangs stehenden Knoten zu dornen- oder stachelförmigen Fortsätzen, eine Umbildung, die bei vielen Gastropoden in einem bestimmten Zeitpunkt ihrer Entwicklung zur Regel wird und bei Voluta sehr gut verfolgt werden kann, weil sich dieselbe allmählich auf sämmtliche Umgänge des nicht embryonalen Gehäuses ausdehnt. Diese Stacheln sind zuerst massiv (Strombus bituberculatus Lam., siehe p. 35), bleiben aber später an ihrer Spitze hohl, während der größere Theil ihres Inneren von einem keilförmigen Stück Schalensubstanz ausgefüllt wird. Diese Umbildung ist auf den meisten Schalen von Voluta vespertilio L. (siehe p. 24) zu verfolgen, indem die jüngeren Umgänge kleine massive, die späteren längere, aber an der Spitze hohle Dornen tragen. Gleichzeitig beobachtet man, dass der Mantel des Stachels an seiner dem Mundsaum zugekehrten Fläche mehr oder weniger weit geschlitzt ist. In noch späteren Entwicklungsstadien bleibt der größere Theil der Stacheln hohl, der Schlitz wird immer länger und weiter, und endlich finden wir, besonders auffallend bei Cymbium-Arten (Cymbium aethiopum L.) (siehe p. 24) statt der ursprünglich massiven Stacheln, längere oder kürzere gegen den Mundsaum zu klaffende Röhren. Auch die Stellung der Dornen zum Kiel wird gewöhnlich eine andere. Dieselben stehen nicht mehr wie die Knoten senkrecht vom Kiel ab, sondern krümmen sich, sobald sie länger werden, ziemlich stark nach auf- und rückwärts. An Stelle der Dornen kann schließlich ein wallförmiger Kiel treten, wie wir es bei Cymbium olla L. (siehe p. 24) beobachten und KITTL es von Gehäusen von Schizogonium scalare Münster sp. beschreibt (12a, I. Th., Taf. V, Fig. 9—14, p. 216), oder es bildet sich ein schmaler geneigter Kiel, der sich direkt an die Embryonalwindung anschließt (Cymbium melo L.). Noch weiter geht diese Umbildung bei Voluta proboscidalis Lam. (siehe p. 24). Hier

wird auch das Embryonalgehäuse durch einen Callus überdeckt und der Kiel der letzten Windung bildet einen scharfen Rand. Eine Umbildung der Skulptur zu haubenförmigen Dornen beobachtet man schon bei älteren Schnecken, z. B. Worthenia- und Euomphalus-Arten (12a, I. Th., Taf. II, Fig. 1—11, p. 183 ff.; ebenda Taf. IV, Fig. 14—16, 17—19, 20, p. 224). Kittl bemerkt, dass bei jungen Schalen des Euomphalus dentatus Münst. (Fig. 17—19) die haubigen Dornen am Kiel noch nicht entwickelt sind; somit treten diese hier auch ontogenetisch als neue Eigenschaft auf.

Wenn wir die Umgestaltung der Querskulptur kurz zusammenfassen, so gelangen wir zu folgendem Ergebnis: Auf die Querrippen folgen Querreihen von Knötchen, die sich zu Längsreihen verbinden und durch Verschmelzung glatte Längsleisten bilden können. Oder aber es bilden sich eine oder wenige Reihen stärkerer Knoten, die zu hohlen Stacheln und haubigen Dornen und zuletzt zu mehr oder weniger scharfen Kielen werden.

Außer der sekundären durch Verschmelzung von Knotenreihen entstandenen Längsskulptur, finden wir auf der Schale vieler Gastropoden eine primäre Längsstreifung. Dieselbe tritt oft gleichzeitig mit den Querfalten auf, bleibt gewöhnlich weniger kräftig als die sekundäre Längsskulptur und spielt hauptsächlich bei phylogenetisch älteren Formen eine Rolle. Sie entsteht dadurch, dass sich die die Anwachsstreifen kreuzenden Linien verdicken, verläuft in Gestalt von feinen oder gröberen Leisten über die Schale und bringt mit der Querskulptur häufig eine eigenthümliche Gitterskulptur oder ebenfalls Knötchenreihen hervor. Die ersten Spuren einer deutlichen primären Längsskulptur treten bei Mitra und Pleurotoma häufig am oberen Rand der Schale auf und verbreiten sich von dort über das ganze Gehäuse. Die Überreste einer solchen Skulptur erhalten sich dagegen am längsten an der Schalenspitze, wie die feinen Leisten an der Spitze der meisten Conus- und Voluta-Schalen beweisen. Auch Hörnes erwähnt wiederholt, dass die Längsfurchen an der Basis der Schneckenschalen im Alter verschwinden und an der Spitze am längsten erhalten bleiben.

Wir finden im Allgemeinen, dass ausgesprochene Längsskulptur sowohl ontogenetisch, als phylogenetisch nach der Querskulptur entsteht, obwohl deren Anfänge, die Längslinien, auf der Schale gleichzeitig oder noch früher als die Anwachsstreifen auftreten. Da wo sie sich schon auf den ersten skulpirten

Windungen allein vorfindet, handelt es sich um Formen, bei welchen die ältere Skulptur durch neue Eigenschaften verdrängt worden ist, in deren Entwicklungsgang das Querrippenstadium ausgefallen ist, wie z. B. bei verschiedenen Arten von Rhabdoconcha Gemmellaro Kittl (12, Vol. III, p. 159 ff.), bei Turritella etc. Doch finden sich häufig noch deutliche Übergangsstufen, wie auf den Gehäusen von Heterocosmia Koken, welche in der Jugend quergerippt, dann gegittert und endlich längsgestreift sind, welche also von einem Loxonema-Stadium der Jugend durch ein Katosira-Stadium in das Rhabdoconcha-Stadium des Alters übergehen.

Wenn Quer- und Längsskulptur zusammentreffen, so bildet sich Gitterskulptur, wie z. B. bei vielen triadischen Formen von Pleurotomariiden: Kokenella Kittl, Temnotropsis, Murchisonia etc. (12a). Bisweilen bilden sich die Längsleisten wieder zurück, so dass Querrippen oder Knoten allein übrig bleiben, die dann, wie bei einigen Arten des Genus Laubella Kittl (Pleurotomariide), auch verschwinden, oder es entwickeln sich auf Kosten der Querskulptur kräftige Längskiele (Rhabdoconcha u. a.). Es ist eine eigenthümliche Erscheinung, dass Längsskulptur, sowohl primäre als auch sekundäre, besonders bei geologisch alten Formen angetroffen wird. Sie findet sich fast in allen Schichten bei Turritella, Cerithium, Trochus, oder Pleurotomaria, ist aber vorübergehend bei Conus, Voluta und Strombus, wie sich leicht aus einem Vergleich der Tertiären mit der gegenwärtigen Fauna ergiebt. Ein Vorwiegen von Querskulptur in jüngeren jurassischen Schichten treffen wir auch bei Turbo (18). Ich kann mir dieses eigenthümliche Verhalten nur dadurch erklären, dass die Längslinien viel geringere Neigung besitzen sich zu verdicken als die Querstreifen, und dass sie aus diesem Grunde phylogenetisch später als Skulptur hervortreten und bald wieder verschwinden. Bei Helix pomatia finden sie sich bisweilen sogar nur auf den mittleren Windungen eines und desselben Gehäuses — eine Welle in der Entwicklung!

Sämmtliche Skulpturabänderungen werden zuerst auf dem letzten Umgang bemerklich und dringen von da aus immer mehr nach dem Anfang des spiraligen Gehäuses vor, bis sie den größten Theil der Windungen, in einzelnen Fällen (Voluta musica L., Voluta vespertilio L., siehe p. 24) auch das embryonale Gehäuse beherrschen. Einer Abänderung können sich noch andere Abänderungen zugesellen, so dass wir Schalen beobachten, deren erste Windungen Rippen, deren spätere Knoten und deren letzte Stacheln tragen. Auf dieselbe Weise

können aber auch Abänderungen bis auf die erste Windung von neuen Eigenschaften verdrängt werden.

Bisweilen macht man die Beobachtung, dass eine auf der letzten Windung auftretende Abänderung sich nicht gleich Anfangs schon bis zur Mündung der betreffenden Schale erstreckt. So sieht man z. B. bei Strombus succinctus L. (siehe p. 35), der glatt zu werden strebt, dass die Knoten auf der Schale etwas rückwärts von der Mündung zuerst verschwinden, während dieselben auf der kurzen Strecke bis zum Mundsaum aufs Neue auftreten.

Wenn wir die aus der Skulpturentwicklung der Gastropodenschale gewonnenen Ergebnisse mit denjenigen vergleichen, die von Würtenberger und Hyatt für die Cephalopodenschale ermittelt wurden, so finden wir, dass beide in allen wesentlichen Punkten übereinstimmen. Auch auf dem Cephalopodengehäuse treffen wir in erster Linie Querskulptur in Form von mehr oder weniger breiten Rippen, die sich ebenfalls als kleine Falten anlegen und erst allmählich erhabener werden. Dieselben sind vielfach auf den innersten Windungen (in der Jugend) weniger zahlreich, vermehren sich im reiferen Alter und verschmelzen auf den letzten Windungen häufig zu breiteren Gebilden. Coroniceras Gmundense hat z. B. auf dem letzten Umgang 22, dem vorletzten 35, dem drittletzten 49 Rippen; Ceratites trigonatum auf dem letzten 20, auf dem vorletzten 26, auf dem drittletzten 40 Rippen (9a). Es scheint demnach, dass bei den Mollusken im Allgemeinen zur Zeit ihres kräftigsten Wachsthums die Neigung zur Rippenbildung am größten ist.

Eine Gabelung der Rippen ist bei Ammoniten noch häufiger als bei Schnecken. Dieselbe kann ebenfalls, je nachdem die Verschmelzungsstelle der Rippen am äußeren oder inneren Rand der Windung liegt, zu einer Verminderung oder Vermehrung der Rippen führen. Das erste finden wir z. B. bei Coroniceras Bucklandi var. sinemuriensis Hyatt, das letztere bei Am. Caprinus u. A.

Auch bei den Cephalopoden ändern die Rippen dahin ab, dass auf denselben Knötchen oder Stacheln zur Ausbildung kommen. Diese Knötchen entwickeln sich mit Vorzug an den Gabelungsstellen und in der Naht- und Rückengegend. Das Auftreten der Stacheln ist in verschiedenen Entwicklungsreihen von einem Verschwinden der Rippen begleitet, besonders deutlich bei dem Übergang von den Planulaten zu den Armaten. Die Rippen werden, wie es auch bei den Schnecken der Fall ist, zuerst rudimentär und verschwinden schließlich ganz.

Endlich kommt es vor, dass im hohen Alter oder, wenn eine Art zu degeneriren beginnt, sämmtliche Skulptureigenthümlichkeiten verloren gehen und eine glatte Schale zurückbleibt.

Längsskulptur findet sich bei Cephalopoden noch viel seltener als bei Schnecken und scheint da, wo sie auftritt, aus Querskulptur hervorgegangen zu sein. Man beobachtet solche bei Gyroceras propinquum (24, p. 356, Fig. 422) aus dem Subcarbon, dessen Schale zahlreiche körnige Spiralstreifen trägt und bei Ammonites Aon (15, p. 569, Taf. XLIV, Fig. 20), wo die Knötchen noch deutlich durch Querskulptur verbunden sind. Dieselbe Skulptur finden wir bei den schneckenförmig gewundenen Turrilites-Arten.

Allein nicht nur die verschiedenen Skulpturformen, auch die Art und Weise ihrer Entwicklung, ihre gesetzmäßige Ausbildung ist bei Cephalopoden und Gastropoden übereinstimmend. Der letzte Umgang pflegt die jüngsten, die ersten Windungen die ältesten Charaktere zu tragen. Auch die Eigenthümlichkeit, dass neue Eigenschaften sich nicht gleich Anfangs bis zur Mündung der Schale erstrecken, wie ich es vorher bei den Knoten von Strombus succinctus L. erwähnt habe, wird von Würtenberger bei den Übergangsformen von den Bispinosen zu den Circumspinosen beobachtet.

Abänderung der Zeichnung bei Meeresschnecken.

Während der Paläontologe eine Klassificirung der Gastropodenschalen im Allgemeinen nur auf die Gestalt und Skulptur der Gehäuse gründen kann, bietet sich dem Conchyliologen in der Zeichnung recenter Schalen ein weiteres für die systematische Eintheilung wichtiges Hilfsmittel.

Die abwechslungsreiche Pracht der Zeichnung, welche hauptsächlich die Gehäuse der Meeresschnecken entfalten, hat von jeher große Anziehungskraft auf Forscher und Laien ausgeübt und, wie bekannt, die einen zu den überschwenglichsten Schilderungen, die anderen zu dem Aufwand unsinniger Summen veranlasst. Auf diese Weise entstanden werthvolle Sammlungen und dickleibige Monographien, welche dem staunenden Forscher die reichhaltigsten Musterkarten an Zeichnungsvarietäten vor Augen führen.

Im Gegensatz zu der ersten Skulpturform auf Schneckengehäusen, die, wie erwähnt, in Querrippen besteht, treffen wir als erste Zeichnungsform Längslinien an. Diese treten zuerst immer sehr zahlreich auf und es scheint, als ob sich das ursprünglich über die ganze Schale gleichmäßig vertheilte Pigment, welches der Schale die »Grundfärbung« giebt, in diesen Linien koncentrirt hätte, wie es auch Simroth bei der Entstehung von Bändern auf Nacktschnecken beobachtet hat.

Es ist bei der Schalenzeichnung nothwendig nach dem Vorgang Eimer's eine Grundfärbung von der eigentlichen Zeichnung zu trennen, wenn auch beide vielleicht häufiger als in den anderen Thiergruppen in einander übergehen. — Alle Zeichnungsformen lassen sich entweder unmittelbar, oder aber durch Zwischenstufen auf Längsstreifung zurückführen. Da außerdem die Mehrzahl der paläontologischen Formen, deren jetzt lebende Vertreter eine oft vielfach abgeänderte Zeichnung tragen, längsgestreift ist und in Bezug auf ihre Skulptur ursprünglichere Verhältnisse zeigt als ihre

recenten Verwandten, so wird man mit Recht »Längsstreifung« als die ursprünglichste Zeichnungsform betrachten dürfen.

Unter den lebenden Meeresschnecken, die ich bis jetzt am eingehendsten untersucht habe, finden wir eine ursprüngliche Längsstreifung am häufigsten und regelmäßigsten bei der Gattung Conus, sehr selten bei Voluta, Mitra und Terebra und gar nicht bei der Gattung Strombus. In den tertiären Schichten, in welchen die Voluten zuerst in größerer Artenzahl auftreten, bilden dagegen längsgestreifte Formen keine Seltenheit. Nach den Mittheilungen Quenstedt's und Deshayes hat sich mit einer Ausnahme auf allen Gehäusen, auf denen die Zeichnung noch erhalten war, Längsstreifung vorgefunden. Längsgestreifte Volutenarten sind: V. lineolata Nob., V. spinosa Lam., V. harpa Lam., V. taurina Lam. (3 u. 20). Unter den recenten Voluten mit Längsstreifung ist V. vexillum Martini zu erwähnen.

Auch längsgestreifte Conus-Arten scheinen im Tertiär häufig zu sein, wie ich aus Hörnes' Beschreibung und aus einer Anzahl tertiärer Formen entnehme, welche ich durch die Güte des Intendanten des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien, Herrn Hofrath Ritter v. Hauer, erhalten habe. Von lebenden Conus-Arten, welche ursprüngliche Längstreifen tragen, ist besonders Conus quercinus Brug. (Taf. XI, Fig. 1) und Conus caledonicus Brug. (21) hervorzuheben. Auch eine Varietät von C. mediterraneus (siehe p. 37) kann hierher gestellt werden. Der Übergang von der ursprünglichen Längsstreifung zu abgeleiteteren Zeichnungsformen wird auf verschiedene Weise gebildet, wie aus der schematischen Zusammenstellung auf Taf. XI zu ersehen ist:

1) Es vereinigen sich die feinen Linien zu breiteren Streifen, wie man es bei Conus figulinus L. var. und Voluta vexillum Martini var. (Taf. XI, Fig. 1*a*) (vgl. p. 24) oder bei Mitra vulpecula Lam. var. (16, Bd. IV, Taf. III, Fig. 29) beobachtet.

2) Es fallen Streifen aus, während die zurückgebliebenen um so dunkler gefärbt werden und bisweilen in den Zwischenräumen fleckenweise Grundfärbung auftritt.

1 und 2 treten häufig bei Exemplaren von Conus figulinus L. gleichzeitig auf (Taf. XI, Fig. 1*b*).

3) Endlich kommt es mitunter, durch Ausfallen ganzer Streifenbündel zur Bildung von gestreiften und nicht gestreiften Zonen (var. von C. figulinus L.) (vgl. p. 37) und Conus magus L. var. (Taf. XI, Fig. 1*c*) (vgl. p. 37).

Die nächste weit verbreitete Abänderung der Zeichnung besteht in der Bildung längsverlaufender Fleckenreihen. Wir unterscheiden auch hier wieder Formen, bei denen:

1) sich die ursprünglichen Längsstreifen zu Punktreihen auflösen, z. B. Conus augur Brug. und C. stercus muscarum (Taf. XI, Fig. 2) (vgl. p. 37),

2) die breiteren Streifen Fleckenbinden bilden, oder bei denen die Punkte zu Fleckenbinden verschmelzen, z. B. Conus betulinus L., Voluta Junonia Chem., Conus spurius Gm. (Taf. XI, Fig. 2*a*) (vgl. p. 37 und 24),

3) die Punkte oder Fleckenbinden nur zonenweise zu Stande kommen. Voluta musica L. (Taf. XI, Fig. 1*d*), Conus magus L. var., C. omaicus Brug. (siehe p. 37 und 24).

Die Punkt- oder Fleckenreihen bleiben jedoch in den seltensten Fällen als solche bestehen, sie zeigen bald Neigung in querer Richtung zu verschmelzen. Im ersten und zweiten Fall entstehen durch quere Verschmelzung der Punktreihen Querstreifen, die je nachdem die Punkte regelmäßig oder unregelmäßig stehen, weniger oder mehr im Zickzack verlaufen: Conus stramineus Lam. (vgl. p. 37).

Das Verschmelzen der Punkte zu Querstreifen beginnt stets an zwei oder drei bestimmten Stellen der Schale, in der Nähe des oberen Randes, in der Mitte und meistens an der Spitze des Gehäuses. Die Lage wechselt mit der Gestalt der Schalen. Da auch auf den meisten Schalen innerhalb dieser drei Zonen zuerst Grundfärbung auftritt, so ist anzunehmen, dass die entsprechenden Manteltheile unter besonders günstigen Bedingungen für die Pigmentbildung stehen.

Kommt die Fleckenbildung nur zonenweise zu Stande, so entstehen, wie oben erwähnt, Formen, wie Voluta musica L. Die Längsstreifen bleiben meistens an den eben besprochenen drei Bänderstellen bestehen und werden im Laufe der Entwicklung entweder durch die sich an dieser Stelle koncentrirende Grundfärbung verdeckt, z. B. Conus fumigatus Brug. (siehe p. 37), oder sie lösen sich ebenfalls auf und verbinden sich mit den Zickzacklinien der dazwischen liegenden Bänder zu über die ganze Schale verlaufenden Querstreifen: Conus thalassiarchus Gray, Conus generalis L. var. (Taf. XI, Fig. 3*b*) (siehe p. 37).

Die Querstreifung, welche sich in der beschriebenen Weise als weitere Zeichnungsform aus der Längsstreifung entwickelt, erhält sich oft lange unverändert, wie der Vergleich der in den St.

Cassianer Schichten vorkommenden Natica-Zeichnung mit gezeichneten Formen derselben Gattung aus dem Tertiär ergiebt. Wenn sie abändert, so geschieht es im großen Ganzen nach denselben Richtungen, wie bei der Längsstreifung.

Die Querstreifen verlaufen bisweilen in Wellenlinien über die Schale, bilden aber häufiger Zacken, deren Größe von der gegenseitigen Entfernung der ursprünglichen Punktreihen abhängt (Taf. XI, Fig. 3*a*), Voluta undulata Lam. (siehe p. 24), Conus thalassiarchus Gray (siehe p. 37). Bei manchen Arten verschmelzen die schmalen Streifen zu breiteren Bändern: Mitra zebra Garr. (16, Bd. V, Fig. 6, 7), Strombus latissimus L. (siehe p. 35), bei anderen fallen Zwischenlinien aus. Besonders schön erscheint jedoch die Zeichnung derjenigen Schalen, auf welchen sich die Zickzacklinien zu kleinen oder größeren Dreiecken oder Vierecken verbinden (Taf. XI, Fig. 1), Conus amadis Chem. (siehe p. 37), Voluta vespertilio L. (siehe p. 24). Diese aus kleinen Viereckchen bestehenden Netze kommen dadurch zu Stande, dass jede folgende Zackenlinie um eine halbe Zackenbreite höher gerückt ist als die vorbergehende. Fällt eine Zacke, welche die andere zum Viereck ergänzt, aus, indem z. B. der Querstreifen an dieser Stelle geradlinig verläuft, so entsteht ein kleines Dreieck. Größere Dreiecke kommen dadurch zu Stande, dass die Begrenzungslinien eines größeren Bezirkes von Viereckchen zu einer stärker gefärbten Linie werden, während gleichzeitig die innerhalb dieser großen Zacke liegenden Zeichnungsüberreste ausfallen (Taf. XI, Fig. 4*a*).

Eigenthümlicher Weise kehren sowohl die kleinen als die großen Dreiecke ihre Spitze immer dem Mundsaum zu.

Auf andere Weise kommt die Dreieckszeichnung zu Stande, die wir bei Conus marmoreus L. und nocturnus Brug. antreffen (Taf. XI, Fig. 2*b'*). Wir beobachten hier keine Zwischenstufe von Querstreifen, sondern die Punkte ordnen sich von vorn herein in dreieckigen Gruppen an, die später verschmelzen und durch das gleichzeitige Auftreten von Grundfärbung dunkel pigmentirt werden (Taf. XI, Fig. 2*b*). In den zwischen den pigmentirten Stellen liegenden Feldern fällt der Farbstoff vollständig aus, so dass wir hier weiße Dreiecke erhalten.

An dieser Stelle scheint es mir von Interesse anzuführen, dass Eimer in ganz übereinstimmender Weise den Übergang der Lacerta maculata in die Lacerta reticulata beschreibt. Der Verfasser sagt an betreffender Stelle (4b, p. 325: »Zunächst sei hervorgehoben, dass die reticulata benannte Varietät

aus der maculata s. striata in manchen Gegenden in derselben Weise hervorgeht, wie die maculata aus der striata: Die Flecken der maculata verfeinern sich zu netzförmig unter einander zusammenhängenden Zickzacklinien, welche den ganzen Rücken des Thieres bedecken. . . . Es führt die maculata bezw. die reticulata zuweilen weiter zur Ausbildung einer Querstreifung, einer getigerten Zeichnung am Körper unserer Thiere; die gezackten, noch netzförmig unter einander verbundenen Flecken zeigen diese Verbindung vorzüglich nur noch in einer mit der Querachse des Körpers parallelen Richtung; zugleich sind die Flecken langgezogen, an beiden Enden zugespitzt. Die ganze Zeichnung, welche somit eine Querstreifung ist, rechtfertigt durchaus die Bezeichnung tigris.«

Endlich kann die Querstreifung bezw. die Viereckszeichnung zu einer sekundären Längszeichnung führen.

Wenn nämlich, wie es z. B. bei Conus geographus L. (Taf. XI, Fig. 5) zu beobachten ist, stets die eine Hälfte mehrerer in einer Längsreihe liegender Vierecke ausfällt, während die zurückbleibenden Begrenzungslinien sich dunkler färben, so ergeben sich parallele längsverlaufende Zickzacklinien. Bei verschiedenen Strombus-Arten entstehen breite Längsbänder, indem die feinen Querstreifen an bestimmten Stellen verschmelzen und während ihres Verlaufs wiederholt durch weiße Binden unterbrochen werden. Es ist überhaupt sehr häufig zu beobachten, dass eine Pigmentanhäufung an einer Stelle Verminderung des Farbstoffes an einer anderen zur Folge hat.

Eine sekundäre Bildung von Punktreihen aus Querstreifen habe ich bis jetzt noch nirgends beobachtet.

Verhalten der Zeichnung innerhalb der verschiedenen von mir untersuchten Gastropodengattungen.

Ich habe schon darauf hingewiesen, dass wir nicht in allen Gastropoden-Gattungen längsgestreifte Arten antreffen und somit annehmen müssen, dass diese erste Stufe von manchen in der Entwicklung übergangen wird. Aber gerade dadurch, dass in den einzelnen Gattungen nicht sämmtliche Entwicklungsstufen der Zeichnung in gleicher Weise wiederholt werden, erhält jede Gruppe ihr charakteristisches Aussehen, gerade dadurch wird die Zeichnung zum systematisch wichtigen Merkmal. Es ist desshalb nicht anzunehmen, dass das Zeichnungsgesetz für jede Gruppe ein verschiedenes sei, wie es z. B. Simroth für die Entwicklung der Zeichnung bei Nacktschnecken behauptet. Der Grundzug, der sich ergiebt, wenn wir die Zeichnungsentwicklung innerhalb der verschiedenen von mir unter-

suchten Gastropodengattungen vergleichen und der in dem Eimer-schen Zeichnungsgesetz seinen Ausdruck findet, bleibt derselbe. Es brauchen, um einen solchen Zusammenhang nachzuweisen, nicht alle Gattungen in dem gleichen Punkt der Entwicklungsreihe einzusetzen, es können durch Überspringen einer oder der anderen Zwischenstufe in abgekürzter Entwicklung scheinbare Lücken entstehen, oder plötzlich neue Eigenschaften auftreten (Halmatogenesis, Eimer), es muss dem einzelnen vielleicht untergeordneteren Zeichnungscharakter der Spielraum gelassen werden, in dieser oder jener Art eine besondere Rolle zu spielen und Seitenzweige zu bilden, deren Zusammenhang mit dem Hauptstamm vielleicht schwer nachzuweisen sein mag (Heterepistase, Eimer), es werden endlich auch diejenigen Gattungen und Arten in das Zeichnungsgesetz einzufügen sein, die vielleicht lange Zeit hindurch auf einer und derselben Stufe stehen bleiben (Genepistase, Eimer). Die Entwicklungsstufen der Zeichnung, die wir innerhalb der Gattungen der Meeresschnecken erkennen, sind nicht neue Gesetze, sie bieten nur mehr oder weniger vollständige Bruchstücke eines allgemeinen gesetzmäßigen Entwicklungsganges.

Die größte Veränderlichkeit in der Zeichnung bietet uns die Gattung Conus, welche an Artenzahl, wenn wir von den Mitren absehen, auch alle anderen untersuchten Gruppen weit übertrifft. Am häufigsten finden wir Längszeichnung in Form von Längslinien und Punktreihen, zwischen denen sehr häufig fleckenweise, namentlich an Bänderstellen, eine dunkle Grundfärbung auftritt. Nach den Abbildungen von Reeve zu urtheilen, besitzen von 283 Arten 169 (128 + 41) Längszeichnung, während die verschiedenen Formen der Querzeichnung auf die übrigen 114 Arten vertheilt sind.

Anders ist das Verhältnis bei den Voluten. Unter 47 von Chemnitz abgebildeten Formen finde ich bei 16, also bei nur $^1/_3$, Längszeichnung und unter diesen trägt nur eine einzige, V. vexillum Chem., einigermaßen ursprüngliche Längsstreifen. Dagegen sind die Vertreter derselben Gattung aus dem Tertiär größtentheils, wie erwähnt, durch feine, regelmäßige Längsstreifung ausgezeichnet. Die Dreiecks- oder Netzzeichnung, welche bei den Voluten am weitesten verbreitet ist, entwickelt sich nicht so vollkommen, wie bei Conus, da die Querstreifen nicht ganz mit einander verschmelzen, so dass das Zustandekommen der Zeichnung immer deutlich ersichtlich bleibt. Auch eine Zeichnung wie die von Conus nocturnus Brug. fehlt bei den Voluten und wahrscheinlich desshalb, weil bei dieser Gattung viel weniger Grundfärbung auftritt als bei Conus.

Bei Mitra, Terebra und Strombus kommt es überhaupt nicht zur Bildung von Dreieckszeichnung. Während bei den ersten Gattungen in Bezug auf ihre Zeichnung ein deutlicher Entwicklungsstillstand (Genepistase) stattfindet, so dass Längszeichnung fast allgemein verbreitet ist und Querstreifung selten vorkommt, bildet sich bei Strombus ausschließlich Querstreifung aus, die, wie vorhin beschrieben, in eine sekundäre Bildung von Längsbändern abändert.

Verwandtschaftsbeziehungen der Gehäuseschnecken des Meeres auf Grund der Entwicklung ihrer Skulptur und Zeichnung.

Wenn wir die Entwicklung der Zeichnung und der Skulptur innerhalb einer Gattung von Meeresschnecken verfolgen, so muss es auffallen, dass beide Faktoren in ihren Abänderungen meistens gleichen Schritt halten, so dass die in Form und Skulptur höher ausgebildete Schale auch die fortgeschrittenere Zeichnung trägt. Nicht in allen von mir untersuchten Gattungen finden sich diese Beziehungen in gleich deutlicher Weise ausgesprochen. Bei Conus treffen wir z. B. bei sehr variabler Zeichnung nur Überreste einer Skulptur und bei Strombus bildet sich beides fast nur nach einer Richtung aus.

Bei Weitem die günstigsten Verhältnisse, um die aufgestellte Behauptung zu beweisen, bietet uns die Gattung Voluta. Eine Zusammenstellung der verschiedenen Voluten-Arten zeigt uns, dass sie sich einerseits durch ihre verschieden gestalteten Schalen an die Mitren, andererseits an die Cymbien anschließen. Während nämlich die einen mit langgestrecktem Gehäuse und spitzigem Wirbel große Ähnlichkeit mit gewissen Mitra-Arten haben, stehen die anderen, welche meistens ein weites aufgeblasenes Gehäuse besitzen, mit großen helixartig gewundenen Embryonalumgängen, der Gattung Cymbium sehr nahe. Neben den Vertretern dieser beiden Gruppen finden sich Zwischenformen (Kreis von Voluta musica), die es wahrscheinlich machen, dass die mehr cymbiumartigen Voluten von dem sich an Mitra anschließenden Hauptstamme abgezweigt sind.

Eben so verschieden wie in der Form ihres embryonalen und späteren Gehäuses verhalten sich die Voluten in Bezug auf Skulptur und Zeichnung. Die erste Gruppe nun fasst den Kreis Lapponica und Vertreter des Kreises Musica. Die Species musica L. selbst steht der zweiten Gruppe sehr nahe.

Mit wenig Ausnahmen — nur die den Übergang zu V. vespertilio L. bildende Varietät von V. musica L. macht eine solche — ist das Embryonalgehäuse der erstgenannten Gruppe skulpturlos. Auf den spä-

teren Umgängen ist, wie bei Strombus, ein allmähliches Übergehen der Rippen in Knoten zu verfolgen. Die Knoten stehen meistens senkrecht auf dem Kiel und werden häufig auf dem letzten Umgang von einem mehr oder weniger engen Kanal durchsetzt, so dass sie sich der Stachelbildung nähern. In diesem Stadium biegen sie sich etwas nach auf- und rückwärts. Die Zeichnung der Schalen besteht vorherrschend in einer mehr oder weniger abgeänderten Längsbänderung oder in einfacher Querzeichnung.

Bei der zweiten Gruppe trägt das Embryonalgehäuse Rippen (Kreis Vespertilio), wird jedoch bei weiter fortgeschrittenen Arten wieder glatt. Auf den späteren Umgängen bilden sich stachelartige Fortsätze, die, so lange sie klein, massiv sind, später aber nach dem Mundsaum zu offene Röhren bilden, die sich gegen den oberen Theil der Schale zu zackenförmig umbiegen. Bei Cymbium sind die Dornen am breitesten und stehen am weitesten offen. Die Stacheln von Voluta vespertilio L. und verwandten Arten stehen auf rippenartigen Wülsten und sind größtentheils mit Schalensubstanz ausgefüllt. Die Zeichnung der hierher gehörigen Voluten besteht meistens in einer ausgesprochenen Dreieckszeichnung, ist also eben so, wie Form und Skulptur der Gehäuse, viel weiter entwickelt.

Unter den fossilen Volutenarten scheinen die Formen mit breitem Embryonalgehäuse und Zickzack- oder Dreieckszeichnung vollständig zu fehlen (20, p. 691). Nur eine in den Sables moyens des Eocän von Valmondois gefundene Form, welche Deshayes als Voluta strombiformis Nob. bestimmt und die ähnliche Knoten auf der nicht embryonalen Schale trägt, wie V. musica, hat breitere Anfangswindungen, welche in ihren Dimensionen dem Embryonalgehäuse einer musica-Varietät ungefähr gleichkommen (3, p. 687, Taf. XCII, Fig. 13 u. 14). Dagegen sind die Voluten mit mitraartigen Anfangswindungen und feiner Längsstreifung sehr häufig in den Schichten der Kreide und hauptsächlich des Tertiärs vertreten und unterscheiden sich oft nur wenig von recenten Formen.

Ich habe schon früher erwähnt, dass sich bei fossilen Schalen viel häufiger Rippenbildung findet, als bei recenten. Knoten und Stacheln scheinen außerdem stets massiv zu sein und häufig trifft man, hauptsächlich auf jugendlichen Windungen, bei einzelnen Arten auch auf späteren Umgängen (V. cythara Lam. aus dem Grobkalk von Grignon 20, p. 699, Taf. CCXIII, Fig. 31) mehrere über einander stehende Reihen feinerer Knötchen, die durch die Kreuzung von Längs- und Querrippen entstanden sind.

Bei Voluta crenulata Lam. (3, Taf. XCIII, Fig. 7—9, p. 693) erstrecken sich die Knötchenreihen auf die ganze Fläche des letzten Umgangs und beginnen auf der dritten Windung nach dem Embryonalgehäuse. Die zwei vorhergehenden Umgänge tragen, so viel aus der Abbildung zu erkennen ist, nur glatte Querrippen, also wäre hier das Auftreten von Längsleisten als eine kurz andauernde Abweichung von der ursprünglichen Skulpturform anzusehen.

Nach diesen allgemeinen Gesichtspunkten, welche nur als Beweis dafür dienen sollten, dass Schalenform, Skulptur und Zeichnung in nahen Beziehungen zu einander stehen, bezw. gleichlaufend sind, muss ich, um die Verwandtschaftsverhältnisse der Arten innerhalb der Gattung Voluta erörtern zu können, näher auf deren Zeichnung, Skulptur und Schalenform eingehen.

Entwicklung der Skulptur und Zeichnung auf Schalen der Gattung Voluta[1].

Am nächsten der tertiären Voluta lineolata Nob., steht Voluta vexillum Martini, die einzige recente Form, welche die früher viel häufigere Längsstreifung aufweist. Die Streifen sind bei V. vexillum Martini allerdings nicht mehr gleich breit, es wechseln vielmehr schmälere Linien mit breiteren ziemlich regelmäßig ab. Während die schmäleren Linien an verschiedenen Stellen verlöschen, tritt zwischen den Längsstreifen in quer verlaufenden Zickzackflecken Grundfärbung auf. Eine Varietät derselben Art, welche ich, wie die vorige, aus dem Großherzogl. Naturalienkabinet zu Karlsruhe erhalten habe, unterscheidet sich von der beschriebenen durch breitere Längsbänder,

---

[1] Die Abbildungen für Voluta finden sich 16, Bd. V, 2. Heft: V. aulica Lam., Taf. XXXII, Fig. 2, 3; V. fulminata Lam., Taf. XXII, Fig. 5, 6; V. fusiformis Sow., Taf. XXXVII, Fig. 3; V. hebraea L., Taf. XXI, Fig. 5, 6; V. imperialis Lam., Taf. XVIII, XIX, XX, Fig. 1, 2; V. junonia Chem., Taf. XXVII, Fig. 1, 2; V. lapponica L., Taf. XXXV, Fig. 1—4; V. magnifica Chem., Taf. XXIII, XXIV; V. musica L., Taf. XXI, Fig. 1—4; V. magellanica Chem., Taf. XXXI, Fig. 5, 6, XXXII, Fig. 4; V. polyzonalis Lam., Taf. XX, Fig. 3, 4; V. scapha Gm., Taf. XXX, Fig. 5, 6, XXXIII, Fig. 5, 6, XXXIX, Fig. 1, 2, XL, Fig. 1; V. serpentina Lam., Taf. XXXVI, Fig. 1, 2; V. undulata Lam., Taf. XXV, Fig. 3, XXX, Fig. 3, 4; V. vespertilio L., Taf. XX, Fig. 5, XXII, Fig. 1, 2, 3, XXVIII, Fig. 7, 8, LXXXIV, Fig. 1—4; V. vexillum Chem., Taf. XXXIII, Fig. 1, 2, XXXV, Fig. 5, 6.

Die Abbildungen für Cymbium finden sich 16, Bd. V, 2. Heft: Cy. aethiopum L., Taf. XXXIX, Fig. 3—5, XLI, Fig. 4; Cy. armatum Lam., Taf. XLI, Fig. 1, 2; Cy. olla L., Taf. XLVII, Fig. 1; Cy. proboscidale Lam.. Taf. XLIX, Fig. 1, 2; Cy. Melo Soland., Taf. XXXI, Fig. 7, 8, XL, Fig. 2, 3.

welche aus je zwei schmalen Streifen gebildet sind, die sich am Mundsaum wieder von einander trennen. Die Zwischenstreifen sind noch nicht ganz verlöscht und treten besonders ein Stück weit vor dem Mund recht deutlich auf. Die Schale dieser Varietät steht, nach Skulptur und Form zu urtheilen, auf einer höheren Entwicklungsstufe, als die der ersten Varietät. Während bei Varietät 2 der letzte und vorletzte Umgang Knoten tragen und die Lippe der Endwindung strombusartig verbreitert erscheint, beginnt bei der ersten Varietät die Knotenbildung auf dem letzten Umgang und die Lippe erweitert sich nur mäßig. Spuren früherer Rippen sind dagegen auf den vorhergehenden Windungen in regelmäßig verlaufenden Anwachsstreifen vorhanden. Dadurch schließt sich Varietät 1 näher als Varietät 2 an die fossile V. lineolata Nob. an, welche ebenfalls auf den ersten Windungen feine Querrippen besitzt, die auf dem letzten Umgang durch eine Doppelreihe kleiner Knoten ersetzt werden (3, p. 68 f., Taf. XCII, Fig. 11 u. 12). Auch die Gestalt der Endwindung, sowie der Farbenton der Längslinien von V. lineolata Nob. entspricht vollkommen der Varietät 1 von V. vexillum Martini.

Von einer längsgestreiften Grundform ausgehend, leiten sich die Zeichnungen der Voluten dadurch ab, dass entweder, wie bei dem Formenkreis V. musica Lam. eine theilweise, oder, wie bei V. lapponica, eine vollkommene Auflösung der Streifen in Punktreihen stattfindet.

Die charakteristischen Zeichnungsabänderungen, welche wir innerhalb des Formenkreises Musica antreffen, sind kurz folgende: Zonen mit feinen Längsstreifen wechseln ab mit solchen, in denen die Streifen in Punktreihen aufgelöst sind. Es tritt stellenweise Querstreifung auf, welche schließlich vorherrschend wird und eine aus feinen Dreiecken bestehende Netzzeichnung hervorbringt.

Schon im Tertiär findet sich eine Form, Voluta Branderi Defr., die sich dadurch von den übrigen längsgestreiften Arten unterscheidet, dass die feinen über ihre Schale verlaufenden Streifen in drei bestimmten Gruppen angeordnet sind. Ein solches Zeichnungsschema, das sich selbst wieder aus einer regelmäßig vertheilten Längsstreifung herausgebildet hat, wie wir es bei einer sehr seltenen Varietät von Conus figulinus beobachten, liegt den Formenkreisen Musica und Vespertilio zu Grunde.

Von jetzt lebenden Arten zeigt diese Eigenthümlichkeit der Trennung in Streifenzonen eine Varietät von V. polyzonalis Lam., die

aber mit der fossilen Voluta Branderi im Bau ihrer Schale keine verwandtschaftlichen Beziehungen aufweist und außerdem vier Binden besitzt. Die von Chemnitz als Grundform dieser Art bezeichnete Schale hat in Punkte aufgelöste Streifen.

Bei den übrigen zum Formenkreis Musica gehörenden Voluten besteht die Zeichnung in einem meistens aus Querstrichen, bei weniger weit entwickelten Formen aus Punkten oder auch aus Längslinien bestehenden Band an der Oberseite, und vier Bändern an der Unterseite der Schale, von denen meistens das erste und dritte in Punkte aufgelöst ist, während in den übrigen die Streifen noch ganz bestehen oder nur zum Theil, wie bei Voluta guinaica Lam. Punktreihen bilden. Bei der Grundform Voluta musica L. ist das beschriebene Zeichnungsschema am beständigsten und ändert nur darin ab, dass bei den einen mehr, bei den anderen weniger Grundfärbung auftritt, die verbunden mit den Punktreihen quere Zickzackzeichnung hervorbringt. Die Querzeichnung beginnt stets an der Oberseite der Schale, tritt dann in den Streifenzonen auf und verbreitet sich schließlich über die ganze Schale. Auch beobachtet man bisweilen Anfänge von Dreieckszeichnung. Die Zonen, in welche die Zeichnung geschieden ist, sind von gröberen Flecken begrenzt, die bei den einzelnen Exemplaren ebenfalls in der Größe variiren.

Während Chemnitz ein Exemplar von Voluta guinaica Lam. abbildet (16, Bd. V, Hft. 2, Taf. XXVI, Fig. 7, 8), welches, wie oben erwähnt, in allen Bändern Punktreihen hat, liegt mir ein Exemplar derselben Art vor, welches sich in der Großherzogl. Naturaliensammlung in Karlsruhe befindet, auf dem sich die Punkte durch Hinzutreten von Grundfärbung zu queren Zickzackbändern vereinigen, die über die ganze Schale verlaufen. Nur stellenweise treten noch Punktreihen auf, doch genügen dieselben, um die Musica-Zeichnung wieder zu erkennen. In den Begrenzungsflecken der Bänder fließen die Zickzackstreifen meistens zusammen, so dass sie sich von hier aus zu gabeln scheinen.

Auch bei Voluta chlorosina Lam. ist ein deutliches Hervortreten der Querzeichnung bemerkbar. Da die Schale sehr pigmentreich ist, so kommt die Musica-Zeichnung nur an der Lippe eine Strecke weit zum Vorschein. Die übrigen Varietäten von Voluta musica zeigen keine so große Neigung zur Querzeichnung. Voluta carneolata Lam. unterscheidet sich nur dadurch von der Grundform, dass die Schale etwas gelbroth gefärbt ist, während die V. musica-Schalen meistens weiß oder grauweiß sind. Voluta sulcata Martini hat, so viel sich nach der Chemnitz'schen Abbildung und

Beschreibung (16, Bd. V, Hft. 2, Taf. XXXIV, Fig. 11 u. 12, beurtheilen lässt, theils längsverlaufende Punktreihen, theils Längslinien.

Die ursprünglichste Zeichnung in dem Formenkreis musica hat demnach Voluta polyzonalis Martini und wahrscheinlich V. sulcata Martini. Eine Umbildung der auf Zonen vertheilten Längslinien und Punktreihen finden wir bei Voluta guinaica Lam. und V. chlorosina Lam., mit entschiedener Neigung zu Querstreifung und nach einer anderen Richtung zu Dreieckszeichnung bei V. musica L. und carneolata Lam., bei welchen aber eine Trennung der Zeichnung in vier Zonen erhalten bleibt.

In Schalenform und Skulptur unterscheidet sich nur Voluta musica in wesentlichen Punkten von den anderen Varietäten der Voluta sulcata Martini, sie besitzt neben der ursprünglichen Zeichnung auf der letzten Windung zahlreiche längsverlaufende Leisten, die an tertiäre Formen erinnern. Ihr Embryonalgehäuse ist etwas breiter als dasjenige von Voluta guinaica Lam. und chlorosina Lam., welches glatt und spitzig ist und von Rippen tragenden Windungen gefolgt wird. Die Rippen sind bei beiden Formen breit und ermangeln der Knoten am Kiel. Bei V. musica L. und V. carneolata Lam. sind die Knoten am Kiel der letzten Windung meistens sehr stark entwickelt und erlangen bisweilen, besonders bei Voluta musica, ein dornförmiges Aussehen. Auf den jüngeren Umgängen sind die Knoten in demselben Maße ausgeprägt, als es bei den vorher genannten Vertretern dieses Formenkreises der Fall ist. Das Embryonalgehäuse von V. musica L. ist meistens glatt, aber breiter als bei den übrigen Formen. Von besonderer Bedeutung für die Ableitung des Formenkreises Vespertilio ist neben den Anfängen einer Dreieckszeichnung das Vorkommen von Skulpturanfängen auf den embryonalen Windungen einzelner Individuen. Die kleinen Rippen, welche zuerst als weiße Querstreifen erscheinen, später erhaben werden, sind, bei einem mir vorliegenden Exemplar aus der Sammlung des Zoologischen Instituts zu Tübingen, auf der letzten embryonalen Windung in der Zahl von 18 vorhanden. Auf der ersten Windung des späteren Gehäuses befinden sich nur noch zwölf Rippen, welche am Ende des Umgangs durch kleine in ihrer Mitte befindliche Erhebungen die Stelle bezeichnen, an der später Knotenbildung auftritt.

Auf das Zeichnungsschema des Formenkreises Musica lässt sich sowohl die Zeichnung von Voluta hebraea L. als auch diejenige des Formenkreises Voluta vespertilio L. zurückführen. Wir können bei beiden Formen, ausgenommen die weiter abgeän-

derten Varietäten von V. vespertilio L., vier Bänder an der Unterseite deutlich unterscheiden, welche den Zonen von Musica entsprechen. Der Pigmentreichthum von Voluta hebraea L., die Neigung der vier Bänder sich in schmälere Streifen zu spalten und die quergestellten Begrenzungsflecke der Bänder verrathen eine nähere Beziehung dieser Volute zu V. chlorosina Lam., während die aufgetriebene Endwindung mit ihren kräftig entwickelten Dornen als weiteres Entwicklungsstadium der Form Voluta musica L. aufgefasst werden kann. Das ziemlich spitzige Embryonalgehäuse und die breiten Rippen auf den jungen, nicht embryonalen Windungen erinnern wieder mehr an V. chlorosina Lam. und V. guinaica Lam., während sich vom vierten nicht embryonalen Umgang ab deutliche Knoten entwickeln, die auf der Endwindung ähnlich wie bei einigen Individuen von V. musica L. zu Stacheln werden und von einem kleinen Kanal durchsetzt sind. Sie sind wie dort leicht hakenförmig, und nach rückwärts und aufwärts gekrümmt.

Schon auf der ersten Rippen tragenden Windung bezeichnet eine Einschnürung der Rippen die Stelle, wo später Kiel und Knoten entstehen. Endlich sei noch erwähnt, dass das glatte weiß oder gelblich gefärbte Embryonalgehäuse seitlich über die darauf folgende Windung hinausragt und Neigung hat schief zu werden. Ähnliches beobachten wir bei den Embryonalwindungen von Voluta carneolata Lam. Im Gegensatz zu Voluta hebraea L., welche in Bezug auf Skulptur und Gehäuseform zuerst die Charaktere anderer Varietäten und später erst die von Voluta musica L. zum Ausdruck bringt und in ihrer Zeichnung am meisten Ähnlichkeit mit V. chlorosina Lam. behält, schließt sich Voluta vespertilio L. zunächst an V. musica L. an. Eine von Chemnitz abgebildete Varietät (16, Taf. XXVIII, Fig. 7 u. 8) zeigt wie die Zeichnung ursprünglich in vier Zonen angelegt ist, wovon die erste und dritte aus Punkten bestehen, die entweder ganz getrennt sind, oder nur wenig mit einander verschmelzen. Die zweite und vierte Zone, in welchen auch, wie bei Voluta musica L., Grundfärbung in Form von Querstreifen auftritt, ist aus zahlreichen querverlaufenden Zickzackstreifen gebildet. Die übrigen Zeichnungsvarietäten von Vespertilio entstehen dadurch, dass sich die Querstreifen entweder auch auf die erste und dritte Zone ausdehnen, oder dass sich in den genanten Zonen die Punkte zu einer feinen aus kleinen Dreieckchen bestehenden Netzzeichnung verbinden, während in der zweiten und vierten Zone große Dreiecke zu Stande kommen. Ihre Begrenzungen werden durch dunkle,

feine, querverlaufende und unter sich parallele Streifenüberreste gebildet[1].

Das Embryonalgehäuse von Voluta vespertilio L. ist noch breiter als dasjenige von Voluta musica L., regelmäßig gewunden und trägt vom zweiten Umgang an kleine Querrippen, die in der Mitte des sichtbaren Theiles der Windung anfangen knotig zu werden. Bisweilen verschwinden die Rippen auf dem letzten Stücke der embryonalen Endwindung. Auf den späteren Umgängen treten an Stelle der Erhöhungen der embryonalen Rippen stachelförmige Knötchen auf, die von einem Kanal durchsetzt sind, auf dem letzten Umgang an Größe zunehmen und wie bei Voluta hebraea L. nach aufwärts und rückwärts gekrümmt sind. Die äußerste Spitze der Stacheln bleibt, sobald dieselben größer werden, hohl, so dass sie nach vorn offene Rinnen darstellen. Vor dem Mundsaum tritt bisweilen ein Knoten auf, der in seiner Gestalt an die Knoten von Voluta musica L. erinnert. Die Rippen schwinden schon auf der ersten nicht embryonalen Windung an der Oberseite vollkommen. Nach unten setzen sie sich auf sämmtlichen Umgängen ein Stück weit fort. Bei einigen Exemplaren von Voluta vespertilio L. überdeckt die zweite nicht embryonale Windung die vorhergehende an einer Seite fast vollständig, eine Erscheinung, die auch bei einzelnen Individuen von Voluta musica L. anzutreffen ist, sich aber dort weniger entwickelt zeigt, als bei Voluta vespertilio L.

Andere mit Voluta vespertilio L. nah verwandte Formen sind V. serpentis Lam., V. serpentina Lam., V. mitis Lam., V. aulica L. und V. imperialis Lam., auch V. magnifica Chem. ist zu diesem Formenkreis zu stellen.

In ihrer Zeichnung sind sich alle genannten Voluten sehr ähnlich. V. serpentis Lam. ist etwas heller, V. serpentina Lam. und V. mitis Lam. viel dunkler gefärbt. Bei V. aulica L. fehlen die großen Dreiecke und das Pigment ist röthlich. V. imperialis Lam. hat zwei dunkel pigmentirte Bänder, das eine liegt in der Mitte, das andere am unteren Ende der Schale. Ein drittes Band legt sich am oberen Rand unterhalb der Stacheln an. Die Bänder entstehen dadurch, dass sich innerhalb der durch die queren Zickzacklinien gebildeten Dreieckchen Pigment einlagert. Zum Theil bleiben größere

[1] Ein Exemplar von Voluta musica, welches ich in der Karlsruher Sammlung vorfand, ist durch dieselbe Ausdehnung der Querstreifen auf die erste und dritte Zone ausgezeichnet und erinnert darin lebhaft an gewisse Vespertilio-Varietäten, die ganz mit Querlinien bedeckt sind.

Dreiecke in den Bändern bestehen, deren Spitzen, wie bei V. vespertilio L., nach vorn gekehrt sind.

Bei Voluta magnifica Chem. sind keine deutlichen Querstreifen mehr zu beobachten, sie sind in einander geflossen und geben der Schale einen gelblichen Grundton, von dem sich scharf begrenzte, größere und kleinere weiße Dreiecke abheben. Besonders deutlich treten auch hier die Dreiecke in den dunkleren Binden auf.

Allen zum Formenkreis Vespertilio L. gehörenden Arten ist ein breites Embryonalgehäuse gemeinsam, doch trägt dasselbe bei einem Theil Rippen, während es bei anderen glatt wird. Ein Verschwinden der Rippen auf dem letzten Embryonalumgang kommt schon bei einzelnen Exemplaren von V. vespertilio L. vor und wiederholt sich bei V. serpentina Lam., während V. serpentis Lam. und V. mitis Lam. noch ausgesprochene Rippen tragen. V. aulica L. hat noch Spuren von Rippen auf dem zweiten und dritten Embryonalumgang, auf dem vierten sind sie völlig verschwunden; bei V. magnifica Chem. werden die Rippen auf dem vierten Umgang undeutlich. Ein ganz glattes Embryonalgehäuse beobachten wir bei Voluta imperialis Lam. Was die Skulptur der späteren Schale betrifft, so hat ihre Entwicklung auf V. serpentina Lam., V. serpentis Lam. und V. mitis Lam. viele Ähnlichkeit mit derjenigen von V. vespertilio L. Die Dornen auf den Umgängen bleiben jedoch bei allen drei Arten kleiner und verschwinden meistens am Ende des letzten Umgangs. Eine fast vollkommene Rückbildung der Skulptur beobachten wir bei Voluta aulica L. und V. magnifica Chem. Die erstere ist ganz glatt, bei der letzteren haben sich die Knoten zu einem deutlich ausgeprägten Kiele umgebildet, sind aber bisweilen noch in Andeutungen vorhanden. Ein Bestehenbleiben der Dornen finden wir bei Voluta imperialis Lam., während die Rippen hier ganz verloren gehen. Die Dornen werden auf dem ersten Umgang mit Schalensubstanz ausgefüllt, bilden aber später lange an der ganzen Unterseite offene Rinnen. Die Dornen sind in derselben Weise nach rückwärts und aufwärts gekrümmt, wie bei V. vespertilio L., sind aber kürzer und dünner als jene.

Die Schalenformen von V. imperialis Lam. und vespertilio L. unterscheiden sich besonders dadurch, dass der Kiel bei ersterer bedeutend höher liegt und die letzte Windung sich bauchig erweitert. Die Anwachsstreifen bilden an der Oberseite des letzten Umgangs nach vorwärts gekrümmte Bogensegmente, welche stellenweise senkrecht zur Schalenfläche lamellenartig vorspringen und durch ihre

Richtung am Mundsaum eine schalenschlitzartige Bildung veranlassen.

Der Schalenform nach der V. imperialis Lam. sehr ähnlich ist V. scapha Gm. Die Stacheln fehlen jedoch vollständig, statt dessen springt der Kiel, der ebenfalls weit nach oben gerückt ist, stark vor. Die Anwachslinien verlaufen in derselben Richtung wie bei V. imperialis Lam. und die letzte Windung ist stark ausgebaucht. Auf jungen Schalen, deren Kiel viel weniger stark ausgeprägt ist und Spuren von Knoten zeigt, lässt sich erkennen, dass auch hier eine Verschmelzung von Dornen oder Knoten zu einem Kiel stattgefunden hat. Die Zeichnung von V. scapha Gm. unterscheidet sich dadurch von V. imperialis Lam., dass die kleineren Dreieckchen in den Streifen zwischen den Bändern zu großen Zickzackstreifen verschmolzen sind, welche bei den ausgewachsenen Exemplaren zu breiteren, ziemlich weit von einander abstehenden, über die ganze Schale verlaufenden Zickzackbändern werden. Die drei Längsbänder, welche bei V. imperialis Lam. beschrieben wurden, sind bei jungen Schalen sehr breit und zusammenhängend. Im späteren Wachsthum werden sie stellenweise unterbrochen und verschwinden zuletzt ganz.

Durch die eigenthümliche Umgestaltung ihrer Schale vermittelt V. imperialis Lam. den Übergang zu der Gattung Cymbium. Das breite Embryonalgehäuse von Cymbium zeigt bisweilen noch Überreste von Rippen und ist eben so hoch gewunden, wie das von imperialis. Die Skulptur auf der nicht embryonalen Schale von Cymbium ändert dahin ab, dass die rinnenförmigen Stacheln von Anfang an offene Rinnen bilden. Auf dem letzten Umgang nehmen sie an Größe bedeutend zu und erreichen bei einzelnen Arten, z. B. bei Cymbium armatum Lam. 16, Taf. XLIII, Fig. 1 u. 2, ähnliche Dimensionen, wie die Stacheln der V. imperialis Lam. Was die weiteren Umbildungen der Cymbienskulptur und Schalen betrifft, verweise ich auf p. 12. Zeichnung ist bei Cymbium meistens nur noch in Überresten erhalten. Dieselbe besteht gewöhnlich in zwei bis drei Reihen breiter Flecken, welche an denselben Stellen sitzen, wie die dunkeln Bänder von V. imperialis Lam. Bisweilen stehen diese Flecken noch durch quere Zickzackstreifen unter einander in Verbindung, die in der Breite und Anzahl mit denjenigen von V. scapha ungefähr übereinstimmen (z. B. Cymbium armatum Lam. [siehe p. 21]). Ich habe bereits erwähnt, dass die Abänderungen in der Zeichnung-, Skulptur- und Schalenform der Voluten des Kreises Lapponica von den beschriebenen wesentlich verschieden sind.

Wir treffen Punktreihen, welche über die ganze Schale verlaufen, und deren Elemente meistens strichförmig sind. Selten verschmelzen die Punkte zu Fleckenreihen.

Die Punktreihen stehen Anfangs regelmäßig wie bei einzelnen Conus-Arten (Conus stercus muscarum), von denen ich später zu reden habe, durch Hinzutreten von Grundfärbung vereinigen sich deren Elemente zu quer verlaufenden Zickzackstreifen. Diese sind mehr oder weniger gleichmäßig über die Schale vertheilt, bleiben schmal, fallen stellenweise aus oder vereinigen sich zu breiteren Bändern.

Den einzigen Fall, in dem Fleckenbänder auftreten, stellt die in ihrer Zeichnung sehr beständige Art Voluta junonia Chem. dar. Die Flecken sind durch Verschmelzung mehrerer Punkte entstanden und zeigen wenig Neigung andere Kombinationen zu bilden. Die Übergänge von Punktirung zu Querstreifung sind bei den verschiedenen Varietäten von V. lapponica L. deutlich zu verfolgen.

Eine Varietät von V. lapponica L. hat auf der Endwindung Punktreihen, deren Elemente an drei Stellen (am oberen Rand, in der Mitte und am unteren Rand) strichförmig sind. Dieselben stehen theils in ununterbrochenen längsverlaufenden Linien, oder sind zu feinen quer verlaufenden Zickzacklinien angeordnet. An den drei erwähnten Stellen tritt außerdem Grundfärbung auf, welche mit den Punkten Querstreifen bildet. Zwischen dem untersten und mittleren, dem mittleren und oberen Rand liegen schmälere Zwischenstreifen, in welchen noch regelmäßige Reihen feiner Punkte zu finden sind, die bisweilen die Fortsetzung der Querstreifen darstellen.

Bei anderen Varietäten schreitet die Verschmelzung der strichförmigen Elemente der Punktreihen zu Querstreifen weiter fort. Chemnitz unterscheidet noch zwei weitere Varietäten, je nachdem die Zickzackstreifen nur den oberen Theil der Schale einnehmen oder sich über die ganze Schale ausdehnen. Bei letzterer besteht außerdem die Eigenthümlichkeit, dass am Lippensaum wieder Punkte erscheinen, die in Zickzacklinien angeordnet sind.

Die Schale von Voluta lapponica L. hat, obgleich sie größer ist, viel Ähnlichkeit mit der tertiären Form Voluta bulbula Lam. aus dem Grobkalk von Vassy (20, Taf. CCXIII, Fig. 28, p. 697). V. bulbula hat auf der Spindel vier, die recente lapponica sechs Falten, wovon zwei den Charakter von Nebenfalten tragen. Das Embryonalgehäuse ist bei beiden Arten glatt, die zwei oder drei nächsten Windungen tragen feine Rippen, die später verschwinden. Bei einem

Exemplar von V. lapponica tritt vor der Mündung ein vereinzelt stehender Knoten auf. Deshayes bezeichnet die V. bulbula als wenig veränderliche Form (3, p. 685), Zeichnungsreste sind leider nicht erhalten geblieben. Wegen der Beziehungen zu anderen Arten ist es von Interesse zu erwähnen, dass bei einigen Schalen von V. lapponica die Achse des Embryonalgehäuses mit der Spindelachse einen Winkel bildet, eine Abänderung, die schon bei einer Varietät von V. vexillum damit beginnt, dass durch unregelmäßiges stärkeres Wachsen der zweiten und dritten Windung des Anfangsgehäuses die erste eine schiefe Stellung erhält und nicht mehr genau die Spitze der Spindel bildet. Ferner ist es interessant zu verfolgen, wie sich unter den Formen mit schiefen Anfangsgehäusen die embryonale Entwicklung mehr und mehr verkürzt, so dass wir bei einer Endform V. fulminata Lam. ein Embryonalgehäuse erhalten, welches nur aus einer einzigen umfangreichen Windung besteht.

Von einer ähnlichen Form wie V. lapponica L. muss die mit regelmäßigen Querstreifen versehene V. undulata Lam. abgeleitet werden. Chemnitz bildet eine Varietät ab, die außer den Querstreifen in vier Bänder angeordnete, durch Grundfärbung erzeugte Flecken hat. Bei einem mir vorliegenden Exemplar tritt die Grundfärbung wie bei V. lapponica in Querstreifen auf. Das Schiefwerden des Embryonalgehäuses ist auch bei einzelnen Exemplaren von V. undulata Lam. zu beobachten. Die spätere Schale ist vollkommen glatt.

An V. undulata Lam. schließen sich V. fusiformis Sow. und V. magellanica Chem. an. Die Zeichnung besteht bei beiden Formen in quer verlaufenden Zickzackstreifen, die auf den ersten Windungen scheinbar parallel verlaufen, sich aber auf der Endwindung vielfach schneiden, mit einander verschmelzen und durch hinzutretende Grundfärbung an zwei Stellen, in der Nähe des oberen Randes und etwas unterhalb der Mitte, zwei breite Bänder andeuten. Die Zeichnung von V. magellanica Sow. ist noch weiter fortgeschritten, indem bei ihr das Verschmelzen der Zackenlinien schon auf dem vorletzten Umgang beginnt.

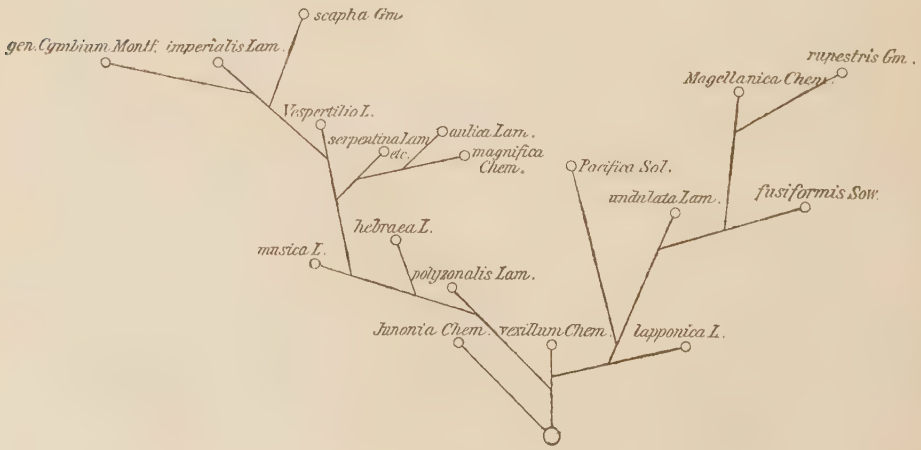
Die Gehäuse beider Formen sind glatt und von spindelförmiger Gestalt. Das Embryonalgehäuse, welches aus $1^1/_2$—2 Windungen besteht, ist bei V. fusiformis Sow. etwas schiefer, als bei V. undulata Lam., bei V. magellanica Chem. besteht es nur aus $1^1/_2$ Windungen und steht mit seiner Achse vollkommen rechtwinklig zu der des späteren Gehäuses.

Eine weitere Art mit schief aufsitzendem Embryonalgehäuse und undulata-Zeichnung ist V. fulminata Lam. Sie unterscheidet sich von den vorhergehenden Arten dadurch, dass ihr Gehäuse bei kleinen Exemplaren auf allen, bei großen auf allen mit Ausnahme der letzten Windung Rippen trägt. Ferner verlaufen Längsrillen über die Schale, die jedoch auch auf der Endwindung großer Exemplare verschwinden.

Das Embryonalgehäuse von V. fulminata besteht nur aus einem Umgang, selten aus $1^1/_2$. Die Zeichnung der Schale ist bei kleinen Exemplaren von der Undulatazeichnung wenig verschieden, bei großen ausgewachsenen Individuen verschmelzen die Zackenlinien wie bei V. fusiformis und V. magellanica.

Dieselbe Entwicklungsstufe der Zeichnung beobachten wir bei V. pacifica Sol., einer Art, welche die Endform einer zur eben besprochenen parallelen Reihe bildet. V. pacifica hat ein normal aufsitzendes Anfangsgehäuse, ihre Zeichnung ist der von fusiformis sehr ähnlich, nur sind die beiden Bänder, bei einigen Individuen wenigstens, deutlicher ausgeprägt. Die ersten nichtembryonalen Windungen tragen Rippen, die folgenden Knoten am Kiel und die Umgänge haben ungefähr dieselben Dimensionen wie bei V. lapponica.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, welche uns durch das vergleichende Studium der Schalenform, Skulptur und Zeichnung eröffnet werden, gestalten sich die verwandtschaftlichen Beziehungen der besprochenen Volutenarten so, wie ich es in beistehendem Schema übersichtlich darzustellen versucht habe:



Die Endformen der mit V. lapponica beginnenden Reihe weichen von der den tertiären Voluten zunächststehenden, und unter den lebenden Formen die ursprünglichsten Charaktere tragenden V. vexillum nicht so weit ab, als es bei den Endformen der Musica-Reihe der Fall ist. Es gilt dies sowohl für die Schalenform, als auch für Skulptur und Zeichnung. Wir beobachten jedoch, dass besonders für die letztere in beiden Reihen die Entwicklungsrichtung dieselbe bleibt. Längsverlaufende Punktreihen, Querlinien, Dreieckzeichnung, Längsbänderbildung, sind die Hauptstufen, welche die Zeichnung durchläuft, die Verschiedenheiten werden durch untergeordnete Verhältnisse, wie Anordnung der Punktreihen, Breite der Querstreifen, verschieden starke Grundfärbung etc. hervorgebracht. In Bezug auf die Entwicklung ihrer Skulptur unterscheiden sich die beiden Reihen sehr bedeutend. Während bei den Musica- und Vespertilio-Arten kräftige Rippen und Knoten zur Ausbildung kommen, die erst in den letzten Gliedern einer glatten Schale Platz machen, finden wir innerhalb der zweiten Reihe fast ausschließlich glatte Formen, die nur in Gestalt und Stellung der Embryonalwindungen eine höhere Entwicklung verrathen. Es scheint mir jedoch, dass wir es sowohl bei den merkwürdig gewundenen Cymbium-Schalen, als auch bei den schief gestellten Anfangswindungen der V. fusiformis etc. mit Formen zu thun haben, die an das Pathologische grenzen.

Da wir in dieser Weise umgebildete Volutenschalen im Tertiär nicht vorfinden, so müssen wir annehmen, dass wir parakmastische Degenerationserscheinungen vor uns haben, die vor Allem die Skulptur — wie bei den Ammoniten (25, p. 44) — in zweiter Linie aber auch Form und Zeichnung des Schneckengehäuses ergreifen.

Entwicklung von Skulptur und Zeichnung auf Schalen der Gattung Strombus[1].

Wir beobachten bei dieser Gattung, dass nicht nur wie bisher die Entwicklung der Schale Hand in Hand mit der Umbildung ihrer

---

[1] Die Abbildungen für Strombus finden sich 16. Bd. IV: St. bituberculatus Lam., Taf. III, Fig. 2, 3; St. Campbelli Gray, Taf. XIV, Fig. 2; St. canarium L., Taf. VII, Fig. 4; St. epidromis L., Taf. VII, Fig. 7; St. fasciatus Born, Taf. IX, Fig. 1—3; St. gibberulus L., Taf. VIII, Fig. 8—9, 11; St. Isabella Lam., Taf. VII, Fig. 3; St. latissimus L., Taf. II, Fig. 1; St. Luhuanus L., Taf. VIII, Fig. 1, 2, 10; St. marginatus L., Taf. VII, Fig. 2; St. Mauritianus Lam., Taf. XIV, Fig. 4—6; St. succinctus L., Taf. VII, Fig. 1; St. variabilis Sow., Taf. IVa, Fig. 1, 2; St. vittatus L., Taf. VII, Fig. 5, 6, 8, 9.

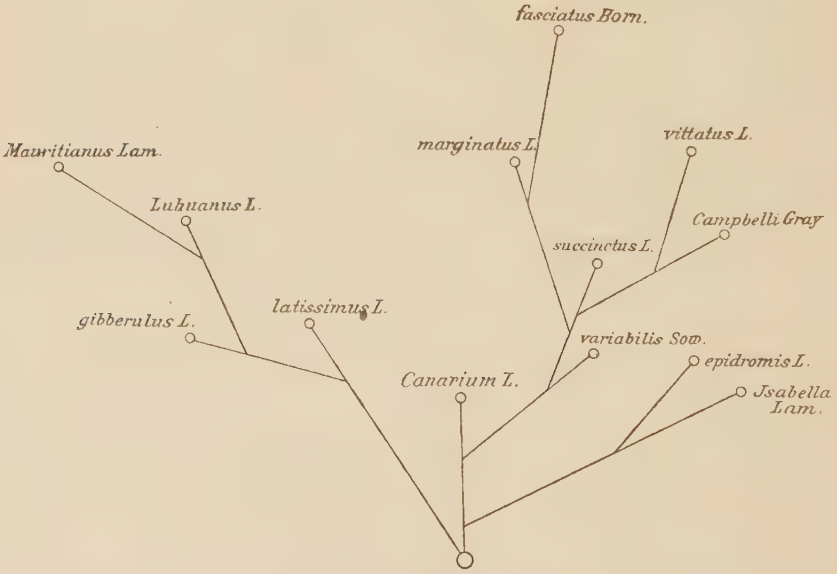
Zeichnung geht, sondern dass die Form der Schale einen unmittelbaren Einfluss auf die Gestaltung der Zeichnung ausübt, indem bestimmte Umbildungen bei ersterer von besonderen Abänderungen der letzteren begleitet sind. Die Abhängigkeit dieser beiden veränderlichen Größen von einander scheint auf einfachen mechanischen Vorgängen zu beruhen.

Dadurch, dass bei Strombus die primäre Längszeichnung vollkommen ausgefallen ist, zeigt sich die Mannigfaltigkeit der Zeichnung viel geringer als bei Voluta.

Vergleicht man die Schalen einer größeren Anzahl von Strombus-Arten, so ergeben sich drei Richtungen, nach welchen die Zeichnung der meisten Arten abändert. Sehr selten tritt noch eine vierte hinzu:

1) Die ursprünglich gleichmäßig über die Schale vertheilten quer verlaufenden Zackenlinien (z. B. St. canarium L.) vereinigen sich zu breiteren Streifen (St. latissimus).

2) Es bilden sich breitere längsverlaufende Bänder, in welchen die feinen Querstreifen noch zu unterscheiden sind (St. vittatus L.,



St. Campbelli Gray). Diese Spaltung der Bänder tritt auf der verbreiterten Lippe immer am deutlichsten hervor, sofern sie noch auf den letzten Umgang beschränkt ist (St. variabilis Sow.).

3) Durch Ineinanderfließen der feinen Querlinien entsteht Einfarbigkeit (St. Isabella Lam., St. epidromis L.).

4) Die Zickzack-Querlinien vereinigen sich zu einer kleinen Viereckszeichnung (St. urceus chrysostomus L.).

Nach den in 1 und 4 angeführten Abänderungen tritt noch meistens die Bildung von Längsbändern, wie in 2 und 3 beschrieben wurde, hinzu.

Wie sich demnach die Verwandtschaftsbeziehungen der von mir untersuchten Strombus-Arten auf Grund ihrer Zeichnung gestalten würden, ist aus der vorstehenden schematischen Zusammenstellung ersichtlich. Auch die Entwicklung der Form und Skulptur der Schalen spricht im Wesentlichen für eine derartige Anordnung.

Entwicklung der Zeichnung bei der Gattung Conus[1].

Im Gegensatz zu der vorhergehenden Gattung finden wir bei Conus eine solche Fülle von Zeichnungsmustern, dass sich ohne große Schwierigkeit die Übergänge vom einfachsten bis zum zusammengesetztesten aufstellen lassen. Nachtheilig ist es freilich, dass die Skulptur bei den recenten Formen ganz zurücktritt, welche z. B. bei Voluta werthvolle Anhaltspunkte für den genetischen Zusammenhang der Arten abgegeben hat. Nur die Form des Gehäuses, die Gestalt des Kieles und Schlitzbandes kann zur Kontrolle der durch die Zeichnung erzielten Ergebnisse benutzt werden.

Es lassen sich die Zeichnungsmuster der Conus-Gehäuse auf fünf verschiedene Entwicklungsreihen zurückführen, welche an ihrem Ursprung wenig von einander abweichen, aber dadurch, dass in der einen Reihe diese, in der anderen jene Eigenschaft mehr hervortritt, Endformen erzeugen, deren Aussehen sehr verschieden sein kann. Derartige im Princip ähnliche, aber durch verschiedenstufige Entwicklung von einander abweichend gewordene Zeichnungsmuster

---

[1] Die Abbildungen für Conus finden sich 21: C. achatinus Chem., Fig. 191; C. amadis Chem., Fig. 222; C. araneosus Brug., Fig. 44; C. arenatus Brug., Fig. 92; C. augur Brug., Fig. 7; C. aulicus L., Fig. 134; C. betulinus L., Fig. 67; C. capitaneus L., Fig. 54; C. caledonicus Brug., Fig. 181; C. clavus L., Fig. 194; C. figulinus L., Fig. 160; C. fumigatus Hwass., Fig. 135; C. franciscanus Brug., Fig. 89; C. generalis L., Fig. 48; C. genuanus L., Fig. 81; C. geographus L., Fig. 130; C. hebraeus L., Fig. 104; C. imperialis L., Fig. 60; C. leoninus Chem., Fig. 26; C. leoninus Gm. (16, Bd. II, Taf, LV, Fig. 79); C. litteratus L., Fig. 183; C. magus L., Fig. 190; C. mercator L., Fig. 83; C. nocturnus Brug., Fig. 42; C. omaria Brug., Fig. 177; C. praelatus Brug., Fig. 120; C. quercinus Brug., Fig. 148; C. rubiginosus Brug., Fig. 177; C. stercus muscarum L., Fig. 90; C. stramineus Lam., Fig. 225; C. striatus L., Fig. 179; C. thalassiarchus, Fig. 8; C. tulipa L., Fig. 128; C. vermiculatus Lam., Fig. 104.

finden wir z. B. bei C. aulicus L., C. amadis Chem. und C. araneosus Brug. Die Zeichnung aller dreier Schalen besteht im Wesentlichen aus Dreiecken, welche durch Umbildung von quer verlaufenden Zickzacklinien entstanden sind. Die Größe der Dreiecke ist aber verschieden, eben so die Menge und Vertheilung der Grundfärbung. Während die Grundfärbung bei Amadis an den Bänderstellen von C. generalis (in der Nähe des oberen Randes und in der Mitte der Schale) am dichtesten ist, lassen sich ihre Überreste bei C. aulicus L. auf die breiten quer verlaufenden Zickzackbinden von mediterraneus-Varietäten zurückführen. Bei C. araneosus ist die Zeichnung überhaupt viel dünner, als bei den vorher genannten Arten; zwei Bänder sind oft nur angedeutet. Durch Entwicklungsstillstand ist die Zeichnung von C. vermiculatus Lam. und C. capitaneus L. zu erklären.

Als Resultat einer sprungweisen Entwicklung muss die Zeichnung von C. nocturnus und marmoreus angesehen werden. Innerhalb der verschiedenen Entwicklungsreihen gestaltet sich die Abänderung der Zeichnungen folgendermaßen:

1) Die feinen Längsstreifen, welche die ursprünglichste Zeichnungsform bilden und in C. quercinus Brug. ihren Vertreter finden, lösen sich in Punktreihen auf und es entstehen Formen wie C. litteratus L. Die Punkte verschmelzen zu Flecken (C. leoninus Chem.), diese verbinden sich zu Querstreifen (C. vermiculatus Lam.).

2) Die ursprünglichen feinen Längsstreifen sind theils zu breiteren verschmolzen, theils ausgefallen (C. figulinus L.). Die übrigen, breiteren Streifen lösen sich in Punktreihen auf (C. betulinus L.). Von diesen fallen einzelne aus und es entsteht die Form C. genuanus L. Die Punktreihen ordnen sich zu Bändern an und verschmelzen zu Querstreifen (C. capitaneus L.).

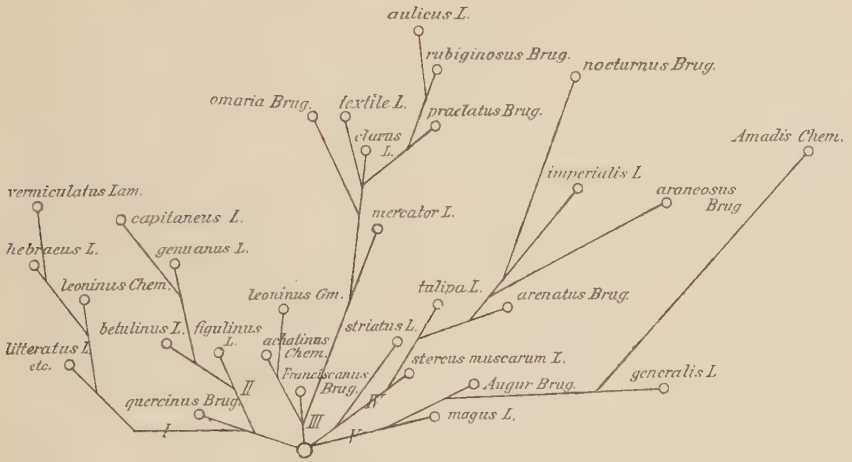
3) Die Längsstreifen lösen sich in Punktreihen auf (C. franciscanus Brug.). Die Grundfärbung, welche nie fehlt, koncentrirt sich zur Zeichnung. Es entstehen erstens regelmäßige, breite querverlaufende Zackenbänder (C. achatinus Chem.). Diese lösen sich in Zackenflecken auf, welche in Form von zwei breiten Längsbändern über die Schale verlaufen (C. nebulosus Soland.). Zweitens werden durch die Punktreihen in Verbindung mit der Grundfärbung zahlreiche feine Zickzackstreifen gebildet, welche sich zu Dreiecks- oder Viereckszeichnung umgestalten (C. mercator L., Conus clavus L. etc.).

4) Die Längsstreifen lösen sich in Punktreihen auf (C. stercus muscarum L.). Durch Querverbindung der Punkte entstehen Flecken, Binden, Dreiecks- und Viereckszeichnung (C. araneosus Brug., C. imperialis L., C. nocturnus Brug.). Bei C. geographus ist endlich eine sekundäre Längsstreifung zu beobachten (sehr deutlich bei einem Exemplar der Tübinger Sammlung), die sich, wie früher beschrieben, aus der netzförmigen Zeichnung entwickelt.

5) Die Längsstreifen lösen sich in Punktreihen auf (C. magus L.). Diese verbinden sich zu querverlaufenden Zickzacklinien (C. augur Brug., C. spectrum L., C. generalis L.).

Durch Auftreten von Grundfärbung an bestimmten Schalenstellen und durch Koncentration der Querstreifen entstehen breitere Längsbänder (C. generalis L. var.). Diese verbreitern sich und können zu Einfarbigkeit führen (C. generalis L. var.). Bei C. amadis Chem. verbinden sich die Querlinien zu Dreieckszeichnung.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, würden sich die Verwandtschaftsbeziehungen der Arten innerhalb der Gattung Conus folgendermaßen gestalten.



Was die geographische Verbreitung der untersuchten Gastropoden betrifft, so kommt die Mehrzahl derselben im Indischen Ocean vor. Aus kälteren Meeren stand mir nur Conus franciscanus Brug., eine Varietät des Conus mediterraneus, zur Verfügung. Dieser letztere, sowie die anderen Varietäten des Mediterraneus, zeichnet sich beson-

ders dadurch aus, dass sich auf den Schalen noch viel Grundfärbung vorfindet, welche sich allmählich zur Zeichnung koncentrirt. Wir treffen daher bei Mediterraneus keine so ausgesprochene Zeichnung, wie auf den Schalen der in wärmern Meeren vorkommenden Arten, so dass auch hier das Gesetz Anwendung findet, dass in wärmeren Gebieten in Bezug auf Zeichnung höher entwickelte Formen vorkommen als in kälteren Zonen (4f, I. Thl.).

1. Beziehung von Schalenskulptur und Zeichnung zur Gestalt und Beschaffenheit der Manteloberfläche.

Im Allgemeinen wird angenommen, dass die Gastropodenschale einen Abguss des sie absondernden Mantels darstellt und dass aus diesem Grunde sämmtliche Unebenheiten, welche sich auf dem Gehäuse vorfinden, auf der Oberfläche des Mantels vorgebildet sind. Diese Ansicht wird unter Anderem durch Untersuchungen Leydig's über die Entwicklung der Paludina vivipara (15a, p. 135) begründet. Er hat beobachtet, dass der Mantelsaum dieser Schnecke während einer bestimmten Zeit des Embryonallebens an der rechten Seite drei Fortsätze trägt, die Anfangs bloß warzenförmig gestaltet sind, sich aber schließlich zu drei langen, fingerförmigen Mantelfortsätzen ausbilden. Diese Fortsätze erzeugen auf der Schale des Thieres Abgüsse, welche ihrer zunehmenden Größe entsprechen und einer spitz zulaufenden Hohlkehle ähnlich sind. Da diese Hohlkehlen kontinuirlich auf einander folgen, so werden drei Längskämme auf der Schale sichtbar, die man bei flüchtiger Betrachtung für Haare hält, in Wirklichkeit aber sind es Leisten, welche aus dicht hinter einander folgenden, spitz zulaufenden Hohlrinnen gebildet sind. Diese Beobachtung ist um so interessanter, weil sie nicht nur beweist, dass die Hohlrinnenbildung durch eine bestimmte Zeit hindurch bestehende Fortsätze des Mantels verursacht wird, sondern uns gleichzeitig zeigt, auf welche Weise das Wachsthum der Schale von Paludina vivipara in den letzten Stadien des Embryonallebens vor sich geht. Damit nämlich die jeweilige Größe der Fortsätze durch die Größe der auf der Schale befindlichen Hohlkehlen zum Ausdruck komme, ist es nothwendig, dass der Mantel, so oft die Schale eine Vergrößerung erfahren soll, um eine ganze Fortsatzlänge vorrückt und in dieser neuen Lage Kalk absondert. Würde ein allmähliches Weiterrücken des gleichzeitig Kalk abscheidenden Mantels stattfinden, so würde auf der Schale nicht die Form und Größe der Fortsätze, sondern nur deren Spur, die in einer zusammen-

hängenden Längsleiste bestehen müsste, zum Ausdruck kommen. Ich werde später noch von dieser Art des Wachsthums zu sprechen haben, auf welche Leydig überhaupt die Entstehung der von Stelle zu Stelle auf der Schale der Meeresschnecken wiederkehrenden Unregelmäßigkeiten zurückführt (14a).

Auch Johnston (11) ist der Meinung, dass die Schale einen bleibenden Abdruck der Form und der Haupteigenschaften des Mantels vorstellt.

Eine von diesen beiden etwas abweichende Auffassung von der Entstehung der Skulptur an der Schalenoberfläche giebt Martens (15). Er nimmt an, dass die Querrippen dadurch zu Stande kämen, dass der ganze Mantelrand periodisch Kalk absondere, während die Längsrippen Produkte einer einzigen fortwährend gleichmäßig Kalk abscheidenden Mantelstelle seien.

Zittel (27) vertritt die Leydig'sche Ansicht, weist aber darauf hin, dass hauptsächlich die Beschaffenheit des Mantelsaumes, welcher die äußere Schalenschicht absondert, für das Aussehen der Schalenoberfläche maßgebend sei, eine Beschränkung, welche besonders in den Fällen, in welchen die Skulptur durch Faltung der Cuticula hervorgerufen wird, zutreffend ist.

Auch die Ergebnisse meiner eigenen Beobachtungen lassen darauf schließen, dass in der That sämmtliche Unebenheiten der Schalenoberfläche auf dem Mantel vorgebildet sind. Bei Trochus turbinatus Born. finden wir z. B. elf bis zwölf Längsrippen (Taf. XI, Fig. 6 u. 7) auf der Schale. Die gleiche Anzahl von Längsleisten sind auf dem Mantel vorhanden und dehnen sich über das vordere Drittel seiner Fläche aus. Die hinteren Theile des Mantels sind eben. Wenn wir die Schale ablösen, so finden wir, dass auch die Lage und Anordnung der Mantelleisten, denjenigen der Schale entspricht. Ähnliches ergiebt sich aus dem Vergleich von Schale und Mantel von Murex trunculus L.

Den Mantel von Schnecken, deren Schale Querrippen tragen, hatte ich noch nicht Gelegenheit zu untersuchen und kann somit nicht darüber entscheiden, ob auch diese Skulpturform in gleicher Weise wie die Längsskulptur auf dem Mantel vorgebildet ist, glaube aber dies annehmen zu dürfen, da die Struktur der beiden Gebilde, wie sich auf mikroskopischen Schliffen nachweisen lässt, vollkommen gleich erscheint. Die Verhältnisse, welche bei Heliciden getroffen werden, berechtigen zu der Annahme, dass nicht nur die gröbere Skulptur von der Gestalt der Manteloberfläche abhängig ist, sondern dass auch die feineren Differenzirungen der Schalenfläche,

die als zarte Quer- und stärkere Längslinien schon auf der Cuticula zum Ausdruck kommen (Taf. XI, Fig. 8) durch abwechselnd erhabene und vertiefte Leistchen auf dem vorderen Theil des Mantels erzeugt werden. Die quer verlaufenden Mantelleisten erstrecken sich in der Richtung der Anwachsstreifen (Taf. XI, Fig. 9) auf der Schale, die Längsleisten entsprechen in ihrer Gestalt und ihrem Verlauf den Längslinien auf der Oberfläche der Gehäuse. Diese letzteren sind, wie ich bereits erwähnt habe, auf der Schale meistens weniger stark ausgeprägt als die Anwachsstreifen und verschwinden auf den letzten Umgängen oft ganz, zeigen also ein ähnliches Verhalten, wie die Längsrippen[1].

Leydig hat diese beiden Liniensysteme auf der Schale der Paludina vivipara Lam. schon in den ersten Stadien ihres embryonalen Auftretens beobachtet, allerdings nur bei 420facher Vergrößerung (14a, p. 134). In dieser Periode konnte aber noch kein Vorrücken des Mantels stattgefunden haben.

Bei Heliciden sind die Streifen auf dem embryonalen Gehäuse schon bei 37facher Vergrößerung zu erkennen. Mit wachsender Windungszahl werden besonders die Anwachsstreifen gröber und unregelmäßiger und erscheinen bisweilen, z. B. bei Helix pomatia L., auf alten Individuen als rippenähnliche Bildungen (Taf. XI, Fig. 8). Auf Schnitten durch den Mantel von Helix hortensis, welche senkrecht zu der Richtung der Anwachsstreifen ausgeführt sind, finden wir Erhebungen des Epithels, welche übereinstimmend mit den gegen vorn an Größe zunehmenden Anwachsstreifen am Mantelrand am höchsten sind und sich gegen das entgegengesetzte Ende des Mantels allmählich verflachen und zuletzt ganz verlieren. An den Stellen mit flachem Epithel treffen wir vielfach die einzelnen Zellen durch eine Zinnen bildende Cuticula verbunden, so dass sich hier ebenfalls die Bildung abwechselnd erhöhter und vertiefter Stellen, allerdings in viel kleinerem Maßstab, wiederholt. Die Epithelzellen sind an denjenigen Stellen, wo die Papillen am größten sind, hoch und haben meistens langgestreckte Kerne. Nach hinten werden sie niederer, die Kerne rund. Diese Erhebungen des Epithels stellen Querschnitte der auf dem Mantel zu beobachtenden Querleisten dar. Ähnliche Bilder erhalten wir von den Längsleisten auf Schnitten,

[1] Gegen die Annahme, dass die Anwachsstreifen von Unebenheiten auf der Mantelfläche erzeugt werden, spricht die Ansicht Clessin's, welcher ihr Zustandekommen darauf zurückführt, dass das Wachsthum des Periostracums in schmalen Absätzen erfolgt.

die parallel den Anwachsstreifen geführt sind, nur bleiben die Erhebungen viel niedriger.

An der Grenzlinie dieser zottenförmigen Erhebungen des Mantels beobachtet man eine Reihe im auffallenden Licht weiß schimmernder, im durchfallenden Licht, je nach der Einstellung schwarzer bis fast farbloser, dann aber dunkel geränderter Körnchen, welche in Zahl und Lage den Epithelzellen entsprechen und als eine Ausscheidung derselben erscheinen. Bei einzelnen ist ein schaliger Bau zu erkennen. Es ist mir bisher noch nicht gelungen, festzustellen, ob diese Körnchen Kalkkonkretionen sind, die von den Epithelzellen ausgeschieden wurden, wie es Gegenbaur (6) bei Limacinen beobachtet hat, wo jede Epithelzelle des Vordertheils des Fußes ein größeres Kalkkorn enthielt.

Diese Körnchen liegen besonders dicht am Vordertheil des Mantels. Außer denselben finden sich noch feinkörnige Abscheidungen, die im durchfallenden Licht grau, im auffallenden ebenfalls weiß sind, am vorderen Theil des Mantels am dichtesten liegen und wohl ebenfalls Kalkkörperchen darstellen. Auch Leydig beobachtet, dass von Gehäuseschnecken neben gröberen Kalkkonkretionen feinkörniger Kalk ausgeschieden wird (14b). Es steht nun die Frage offen, wo die Bildungsstätte dieser Abscheidungen zu suchen sei. Man findet in dem unter dem Epithel liegenden Bindegewebe zerstreut, und eben so zwischen den Epithelzellen feine Körnchen liegen, die sich im durchfallenden und auffallenden Licht eben so verhalten, wie die soeben beschriebenen feinen Körnchen, von den gröberen Kalkkonkretionen sah ich bis jetzt im Bindegewebe keine deutlichen Spuren. Sollten sich die letzteren unter bestimmten Umständen aus den feinen Körnchen herausbilden?

Außerdem beobachtet man mit braungelb bis schwarz gefärbter Masse erfüllte Bindegewebszellen, deren Inhalt in feiner Vertheilung ein ähnliches Aussehen hat, wie die im Bindegewebe zerstreuten Körnchen, allein bei auffallendem Licht nicht weiß erscheint. Ich bin mir noch nicht klar, ob man es hier mit den von Leydig beschriebenen Kalkdrüsen, oder aber mit pigmentirten Zellen zu thun hat[1].

Dadurch nun, dass sich die auf dem Mantel befindlichen Längsleistchen zu breiteren und höheren Leisten umbilden, entstehen auf

[1] Leydig sagt (14b, p. 232): »Die Kalkdrüse besteht aus einer Anzahl von Bindegewebszellen, die mit Kalkkörperchen gefüllt sind und sich nach außen durch Intercellularräume des Epithels öffnen.«

der Schale Längsrippen, wie wir es bei Trochus turbinatus verfolgen können[1].

Der Querschnitt jeder Rippe erscheint als eine papillenförmige Erhebung des Mantels, an deren Oberfläche sich zahlreiche hohe Epithelfalten befinden. Ob auch die Querrippen der Schale durch ähnliche Erhebungen hervorgebracht werden, hatte ich bis jetzt noch nicht Gelegenheit zu untersuchen, halte es aber für wahrscheinlich, weil z. B., wie Koken beschreibt (13), bei Bellerophontiden ein Übergang der Anwachsstreifen zu Querrippen beobachtet wird. Auch bei Kittl fand ich an verschiedenen Stellen die Bemerkung, dass die Rippen zuerst als verdickte Anwachsstreifen erscheinen. Außerdem geben Querschliffe von Rippen dasselbe Bild, wie solche von Anwachsstreifen, natürlich in vergrößertem Maßstab.

Die Annahme einer periodischen Kalkabsonderung von den die Querrippen bildenden Manteltheilen, wie sie Martens voraussetzt, ist nicht nothwendig, wenn die Vergrößerungen der Schale ruckweise geschehen, wie es bei Paludina vivipara nothwendig vorausgesetzt werden muss, um das Zustandekommen der Hohlkehlenbildung zu erklären. Auch zahlreiche Beobachtungen, welche ich an bauenden Heliciden gemacht habe, lassen auf ein solches ruckweises Wachsen der Schale schließen. Zuerst wird ein strukturloses, feines Häutchen gebildet — wahrscheinlich von der inneren Seite der Fläche des Mantelrandes, an der sich zahlreiche Schleimdrüsen befinden —, das an die Deckel erinnert, welche die Schnecken bei großer Trockenheit abzuscheiden pflegen und von dem Rande des Mundsaumes nach der Unterlage, auf der die Schnecke sich bewegt, gespannt ist. Unter dem Schutz dieses Häutchens rückt der Mantel mehr oder weniger weit vor, je nach der Jahreszeit, im Frühjahr mehr, im Herbst weniger. Die Mantelfläche scheidet nun die Cuticula ab, auf welcher, wie bereits erwähnt, schon Längs- und Querstreifen zu beobachten sind. Wird das zuerst abgesonderte Häutchen zerstört oder das Thier in Trockenheit gebracht, so zieht sich der Mantel wieder vollständig zurück. Mit der Cuticula wird fast gleichzeitig eine dünne biegsame Kalk- und Pigmentschicht abgeschieden, welche durch spätere Kalkabsonderung hart und fest wird und zwar schreitet die Befestigung von hinten nach vorn.

Indem ich das Gehäuse verschiedener Heliciden zum Theil

[1] Eine ähnliche Erscheinung ist wohl die von Simroth beschriebene Umwandlung der kleinen länglich polygonalen Runzeln von Arion zu stärkeren über den Rücken verlaufenden Hautkämmen.

zerstörte — bis zu einem ganzen Umgang —, habe ich versucht Anhaltspunkte zu gewinnen, auf welche Theile des Mantels sich die Bildung der Cuticula beschränkt und auf welche Weise sich die Kalkablagerung auf der übrigen Mantelfläche vollzieht. Schon am Abend des ersten Tages war von der Manteloberfläche ein Häutchen abgeschieden worden, welches jedoch noch wenig Kalk enthielt. Zuerst wurde derselbe in Form von kleinen Körnern an den Bruchrändern und an der Unterseite des Mantels, wo wenig starke Gefäße verlaufen, abgeschieden. Am zweiten Tag war schon der ganze Mantel von einer dicht mit Kalk inkrustirten Haut überdeckt, die über der Pulmonalvene am weichsten war. Eine Cuticula wurde nur von dem vordersten Theil des Mantels abgesondert, bei H. hortensis so weit, als die farbigen Bänder zu erkennen waren[1].

Pigment und Kalk kamen gleichzeitig zur Ausscheidung. Schnecken, welche schon den Bau der Schale beendet hatten, sonderten überhaupt keine Cuticularschicht ab, einige gingen sogar nach wenigen Tagen zu Grunde.

Die geflickten Schalentheile unterscheiden sich von der übrigen Schale dadurch, dass sie sehr spröd bleiben und leicht zerbröckeln. Bowerbank in Transact. of the Microscop. Society, London 1844, I, 123, spricht die Ansicht aus, dass Ausheilungen verletzter Schalen nicht durch eine vom Mantel des Thieres über die Wunde ausgebreitete Kalkrinde, sondern durch eine Ergießung gerinnbarer Lymphe bewirkt wird, worin sich zuerst Zellenkerne erzeugen, auf welche bald eine Zellenstruktur folgt. In dieser wird die erdige Grundlage der Schale abgesondert und dadurch die Wunde ausgefüllt oder der Bruch wieder zusammengekittet.

Bei manchen Meeresschnecken finden sich Querrippen ähnliche Bildungen, welche durch den Mantelrand hervorgebracht werden und sich äußerlich von den gewöhnlichen Rippen kaum unterscheiden. Sie sind den echten Rippen bisweilen so ähnlich, dass ich mir die Frage vorgelegt habe, ob nicht beide Bildungen auf einander zurückzuführen seien. Um hierüber zu entscheiden, habe ich auf Schalenschliffen, welche senkrecht zur Spindelachse geführt waren,

---

[1] Diese Thatsache spricht vollkommen gegen die Annahme Clessin's (2), dass das Periostracum nie noch einmal an derselben Stelle abgesetzt werden könne, gleichviel ob die verletzte Schalenstelle in der Nähe der Mündung, oder weiter von ihr entfernt liege. Bei den von mir beobachteten Schnecken zog sich der Mantel ein Stück weit zurück und begann dann in der beschriebenen Weise Schalensubstanz abzusondern.

den Bau der fraglichen Gebilde untersucht und gefunden, dass sie sich beide durch eine sehr starke Verdickung der Prismenschicht auszeichnen, aber dadurch unterscheiden, dass bei den Rippen die drei Schalenschichten eine gleichmäßig verlaufende wellige Erhebung darstellen, während bei den Mundwülsten Cuticular- und Prismenschicht frei auslaufen und wenn eine Vergrößerung der Schale stattfindet, meistens ziemlich weit unter dem alten Schichtenpaar angesetzt werden (Taf. XI, Fig. 10—12). Bei der innersten Schicht, dem Hypostracum, ist keine Unterbrechung nach der Wachsthumspause zu beobachten. Ich schließe hieraus, was auch von Anderen angenommen wird, dass diese Schicht von den hinteren Theilen des Mantels abgesondert wird und innerhalb einer Wachsthumsperiode überhaupt nicht bis zum Mundsaum vorreicht. Erst nach Anfügung eines neuen Schalenstückes wird der letzte Theil des vorhergehenden mit dem Hypostracum ausgekleidet. Die Ansatzstellen müssen auf einander treffen, weil die Lage des Mantels durch das feste Schalenstück der vorhergehenden Wachsthumsperiode bestimmt ist.

Sehr deutlich kommen diese eigenthümlichen Wachsthumsverhältnisse bei Harpa zum Vorschein, überhaupt bei den meisten Schnecken mit bleibenden rippenartigen Wülsten. Bei Murex sind die obersten Schichten des neuen Schalenstückes nicht so tief unter den Enden der Wulstschichten gelegen und bei einem jugendlichen Gehäuse von Stromb. gallus L. treffen die Enden der Cuticularschichten vollkommen auf einander, so dass hier Wülste und Rippen nur dadurch von einander unterschieden sind, dass die auslaufende Prismenschicht des Wulstes viel niederer ist, als die der Rippen. Auf den späteren Windungen werden die Verschiedenheiten der beiden Bildungen deutlicher, obgleich sie auf der Außenseite der Schale vollkommen gleich gebaut zu sein scheinen. Nach diesen Befunden scheint es mir ausgeschlossen, dass durch den Mantelrand echte Rippen erzeugt werden können, es müsste beim Weiterrücken des Mantels jedes Mal eine Wachsthumsstörung eintreten, die auf Dünnschliffen in der erwähnten Weise zum Ausdruck kommen würde. — Dadurch, dass nun im Laufe der Entwicklung auf den Querrippen ähnliche Differenzirungen auftreten, wie sie vorher auf der gesammten Manteloberfläche beobachtet wurden, d. h. erhabene und vertiefte Stellen mit reicher Kalkabscheidung, entstehen auf den Rippen Erhöhungen, welche sich mehr und mehr von der Schale abheben, und meistens mit zunehmender Größe ein Schwinden der Rippen zur Folge haben. Auf diese Weise entstehen z. B. die ge-

knoteten Formen von Strombus, Voluta, oder vieler Arten von Cerithium u. A.

Im Allgemeinen wäre somit jede Erhöhung auf der Schale auf eine örtlich reichlichere Kalkablagerung und auf eine veränderte Gestalt der Manteloberfläche zurückzuführen, die darauf beruht, dass durch Faltung des Epithels stellenweise eine Vergrößerung der kalkabscheidenden Oberfläche hervorgerufen wird. So viel sich aus dem Vergleich der Schalen und Mäntel der wenigen Arten, die ich bis jetzt zu untersuchen Gelegenheit hatte, ergiebt, steht die Dicke der Schalen in direktem Verhältnis zur Höhe der Epithelfalten auf der Mantelfläche.

Auf die verschiedenen Ansichten, welche in Bezug auf die physiologischen Ursachen, die der Umgestaltung der Manteloberfläche und damit der Schale zu Grunde liegen, geäußert worden sind, werde ich später noch einzugehen haben.

2. Entstehung der Schalenzeichnung.

Die Kalkschichten, welche die Gastropodenschale zusammensetzen, sind entweder weiß oder durch Farbstoffe, welche in denselben vertheilt sind, verschieden gefärbt. Die Art der Vertheilung dieser Pigmente bestimmt die Grundfärbung oder Zeichnung der Gehäuse. Die Farbstoffe sind entweder gleichmäßig in den Kalkschichten abgelagert, oder sie liegen nur in einer Schicht und beschränken sich häufig auf bestimmte Stellen einer derselben. Im ersten Fall entsteht eine gleichmäßige diffuse Färbung der ganzen Schale, wie wir es bei den röthlichen Gehäusen der Helix hortensis Müll. beobachten, im zweiten Fall finden wir intensiv gefärbte Bänder oder Punkte und dazwischen liegende farblose Stellen, wie bei der gebänderten Helix hortensis. Diese die Zeichnung der Schale bildenden Pigmente liegen meistens in den äußeren Kalkschichten, bei den dreischichtigen Porzellanschnecken in der äußersten und mittleren Lage, bei Gehäusen, denen die erste Lage fehlt, in der Prismenschicht (Heliciden). Auf manchen Gehäusen hebt sich die Zeichnung von einer deutlichen Grundfärbung ab. Die letztere kommt dadurch zu Stande, dass in den tieferen Lagen der Prismenschicht Farbstoff vertheilt ist, ähnlich wie bei den röthlichen Gehäusen von H. hortensis. Bei manchen Schneckenschalen (Oliven und Conus) beobachtet man eine Färbung der innersten Kalkschicht, der Porzellanschicht, und Johnston berichtet von philippinischen Bulimus-Arten, deren Epidermis gezeichnet ist. Für gewöhnlich hat die Epidermis, welche

die Schale bedeckt, einen gelblichen Ton und häufig sind die Bänder, z. B. bei Helix hortensis, durch dunklere Färbung vorgezeichnet.

Der Farbstoff, der in den Schneckenschalen abgelagert wird, besteht, wie sich an entkalkten Schalenstückchen nachweisen lässt, aus kleinen, runden Körnchen, welche bei durchfallendem Licht und tiefer Einstellung heller oder dunkler braun erscheinen und bei hoher Einstellung farblos werden. Außer diesem braunen Pigment glaube ich auch noch rein schwarzes beobachtet zu haben, z. B. in den Bändern sehr dunkel gefärbter H. hortensis. So viel die oberflächliche histologische Untersuchung bei H. hortensis, pomatia und pisana ergiebt, sind beide Pigmentarten mehr oder weniger häufig — im Frühjahr in größeren, im Herbst in kleineren Mengen — in den Epithel- und Bindegewebszellen des ganzen Gastropodenkörpers anzutreffen (Darm, Leber, Gehirn, Mantel), treten aber besonders dicht im Mantel auf[1].

Das hellere Pigment liegt zerstreut im Bindegewebe des Mantels in den Gefäßwänden und scheint sich an gewissen Stellen des Mantelepithels zu dichteren Haufen zu sammeln, es liegt hier innerhalb der Epithelzellen.

Das dunkle Pigment habe ich bis jetzt ausschließlich in und zwischen den Bindegewebszellen angetroffen. Der vordere Theil des Mantels ist pigmentreicher als der hintere. Bei H. arbustorum L. fand ich im Bindegewebe und Mantelepithel nur eine Pigmentart, die in Bezug auf Färbung zwischen den sonst vertretenen ungefähr die Mitte hält. Farbdrüsen, wie wir sie bei Arion empiricorum beobachten, kommen nicht zur Ausbildung, so dass nur die im Epithel und Bindegewebe enthaltenen Pigmentkörner die Färbung der Schale veranlassen können. Die Schalenzeichnung entspricht daher auch genau der Mantelzeichnung. Aus der Thatsache, dass Punkte der Mantelzeichnung auf der Schale ebenfalls Punkte erzeugen, muss geschlossen werden, dass, wie schon früher erwähnt, die Schale nicht während eines langsamen Fortrückens des Mantels, sondern nach ruckweisen Vorwärtsbewegungen des letzteren abgeschieden wird.

Während also die Skulptur der Gastropodenschalen dadurch zu

---

[1] Wir treffen hier ganz ähnliche Verhältnisse, wie sie Simroth für die Nacktschnecken beschrieben hat. Auch er findet bei den meisten, dass ihre Zeichnung durch zwei Farbstoffe, einen schwarzen und einen gelben, bewirkt wird. Es scheint ihm nicht unwahrscheinlich, dass beide Pigmentarten Spaltungsprodukte eines ursprünglicheren Farbstoffes seien, der sich bei Limax arborum Bouch. in Rothbraungrau darstellen würde.

Stande kommt, dass sich gewisse Stellen des Mantels vor anderen durch vermehrte Kalkabscheidung auszeichnen, entsteht die Zeichnung der Schalen dadurch, dass sich an bestimmten Stellen des Mantels Pigmentansammlungen bilden, die eine vermehrte Absonderung des Farbstoffes zur Folge haben. Solche »Pigmentkoncentrationen« treten sehr häufig ein, wenn eine Vergrößerung der Manteloberfläche — vielleicht durch Dehnung — erfolgt. Darauf lässt sich wohl auch die Erscheinung zurückführen, dass bei Strombus auf der verbreiterten Lippe eine Bildung von Längsbändern aus der gleichmäßig über die Schale vertheilten Zickzackzeichnung hervorgeht.

Wo die Bildungsstätte des Pigmentes zu suchen ist und auf welche Weise sich der Farbstoff im Körper verbreitet, sind Fragen, denen ich noch nicht näher getreten bin. Es scheint mir jedoch nicht ausgeschlossen, dass die Blutbahnen in Beziehung zur Vertheilung des Pigmentes stehen, was auch Simroth für die Nacktschnecken annimmt. Ich fand, dass die Vertheilung des Pigmentes in den Gefäßwänden des Mantels verschieden ist, dass die Cirkularvene und deren feine Verzweigungen im Mantelrand mehr Farbstoff enthalten, als der hintere Theil der Lungenvene und die vom Herzen abführenden Gefäße. Auch beobachtet man, dass bei H. hortensis die Bänder häufig in der Nähe von Gefäßen verlaufen. Ähnliche Beziehungen des Pigmentes zu den Blutbahnen sind z. B. durch Zenneck (26) für Schlangen nachgewiesen worden.

Ursachen der Skulptur und Zeichnung der Gastropodenschalen.

Es bleibt noch die Frage zu erörtern, welches die Ursachen sein können, die jene Differenzirungen des Gastropodenmantels hervorgebracht haben, denen die Schale ihr durch Skulptur oder Zeichnung charakteristisches Aussehen verdankt. Die Einen suchen die Frage durch natürliche Auslese, die Anderen durch unmittelbare Einwirkung äußerer Einflüsse zu lösen; letztere führen die gesetzmäßige Aufeinanderfolge der Skulptur- und Zeichnungsformen auf bestimmte Entwicklungsrichtungen zurück, welche durch den Bau des Organismus bedingt sind und durch die Fähigkeit desselben im Leben erworbene Eigenschaften zu vererben.

In Bezug auf die Skulptur vertritt Würtenberger den rein Darwinistischen Standpunkt, indem er in den Rippen und Stacheln der Cephalopodenschale eine nützliche Bewaffnung erblickt, die sich im Kampfe ums Dasein in einer für das Bestehen der Art vortheilhaften Weise umgestaltet.

Johnston schreibt dem ruhigen oder bewegten Wasser und der Beschaffenheit der nächsten Umgebung des Thieres einen hervorragenden Einfluss auf die Gestaltung der Oberfläche seiner Schale zu und stützt seine Ansicht durch verschiedene Beobachtungen. Er hat gesehen, dass ausgebreitete oder ästige Mundwülste nur an geschützten Stellen des Meeres zur Ausbildung kommen können, dass z. B. Murex magellanicus Gm. des glatten Wassers mit großen, blattartigen Ausbreitungen besetzt ist, während die nämliche Schale in bewegter See nur gitterförmige Rippen trägt.

Hyatt tritt in seiner Erklärung der Umgestaltung der Cephalopodenschale dem Nützlichkeitsprincip aufs entschiedenste entgegen. Er sagt, von einer »Auslese« im Sinne Darwin's sei nicht die Rede, man könne höchstens die Reaktion des Organismus auf äußere Einflüsse, welche uns in der Umgestaltung des Thieres und der Schale vor Augen treten, eine physikalische Auslese nennen. Da jedoch der Begriff Auslese voraussetzt, dass unter verschiedenen Charakteren der eine oder andere bevorzugt werden kann, so sollte dieser Ausdruck überhaupt vermieden werden. »Dem Organismus steht, bei der Entwicklung seiner Eigenschaften, keine Wahl frei, er muss ganz bestimmten Richtungen folgen und diese Richtungen sind durch die Struktur des Organismus und durch die Fähigkeit vorgezeichnet neue, durch die unmittelbaren Einflüsse der Umgebung und durch die Thätigkeit erworbene Eigenschaften zu vererben. Die Einwirkung des Kampfes ums Dasein und das Gesetz vom Überleben des Passendsten ist höchstens, wenn ihm überhaupt ein Einfluss zuerkannt werden soll, ein die Entwicklungsrichtung störender, der aber erst zur Wirkung gelangen kann, nachdem die Eigenschaften entstanden sind. Darwin's Lehre lässt sich somit nur als sekundäres Gesetz anwenden, welches einzelne Erscheinungen, die sich auf Überleben und Fortdauer von Eigenschaften beziehen, erklärt. Auch die Fortdauer vieler wichtiger Eigenschaften wird durch dieselben Ursachen bewirkt, die ihre Entstehung veranlasst haben, und in vielen Fällen kann mit vollster Berechtigung angenommen werden, dass diese Eigenschaften nicht durchaus nützlich sind.« Würtenberger giebt hierfür ein Beispiel, indem er ausführt, dass die sonderbaren Gestalten der ammonitischen Nebenformen dadurch hervorgebracht werden, dass die Thiere wegen der Entwicklung von Stacheln auf dem Rücken gezwungen sind die Krümmungsrichtung der Windungen zu ändern. Er schließt daraus, dass die Stachelbewaffnung von so großer Wichtigkeit für das Thier gewesen sein müsse, dass sie ihre

charakteristische Windungsrichtung verließen, nur um die Stacheln auf dem Rücken unbehindert ausbilden zu können. Da jedoch die erwähnten Nebenformen häufig eine Degeneration der Art anzeigen, so scheint es mir wahrscheinlich, dass, wenn die Stacheln das Evolutwerden wirklich bedingt haben, sie den Thieren nicht von Nutzen, dass sie vielmehr theilweise Ursache ihres Unterganges gewesen sind.

Ohne auf die Eimer'schen Arbeiten Bezug zu nehmen spricht Hyatt in diesen Zeilen ganz dieselben Ansichten aus, welche Eimer, wie schon erwähnt, bereits 1881 angedeutet und 1888 seinen Theorien über die Entstehung von Arten auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen organischen Wachsens zu Grunde gelegt hat.

Gegen die frühere, später von Darwin selbst aufgegebene Ansicht dieses Forschers, dass jede Eigenschaft, welche an einem Organismus vorkomme, diesem nützlich gewesen oder noch nützlich sei, war Eimer schon 1874 (4a) aufgetreten. Er hob hervor, dass aus inneren Ursachen für das Fortkommen des Organismus gleichgültige und sogar schädliche Eigenschaften entstehen und verstand unter den inneren oder konstitutionellen Ursachen chemische und physikalische Vorgänge, welche durch die stoffliche Zusammensetzung des Körpers bedingt sind. Gleichzeitig wies er nach, dass es sich bei der Entstehung von Abänderungen nicht um ein zufälliges Auftreten von Eigenschaften, sondern um eine nach ganz bestimmten Gesetzen verlaufende Aufeinanderfolge neuer Charaktere handle.

Nach Eimer's Auffassung, wie er sie in der Entstehung der Arten ausgesprochen hat, »sind die physikalischen und chemischen Veränderungen, welche die Organismen während des Lebens durch die Einwirkung der Umgebung, durch Licht oder Lichtmangel, Luft, Wärme, Kälte, Wasser, Feuchtigkeit, Nahrung etc. erfahren, und welche sie vererben, die ersten Mittel zur Gestaltung der Mannigfaltigkeit der Organismenwelt und zur Entstehung der Arten. Aus dem so gebildeten Material macht der Kampf ums Dasein seine Auslese. Jene Veränderungen äußern sich aber einfach als Wachsen. Aber gerade weil die organische Formgestaltung auf physikalisch-chemischen Vorgängen beruht, ist sie eben so wie die Form der unorganischen Krystalle eine bestimmte und wird auch bei der Neubildung nur einzelne bestimmte Richtungen einschlagen können«. In einem weiteren Kapitel desselben Werkes zeigt Eimer, dass auch »Gebrauch und Nichtgebrauch selbst ohne Auslese zur Bildung neuer

bleibender Eigenschaften führen müsse«, indem er von dem physiologisch selbstverständlichen LAMARCK'schen Satz ausgeht, dass die Übung, der Gebrauch, die Organe des Körpers stärkt und verfeinert und damit abändert, während Nichtgebrauch sie verkümmern macht.

Von großer Bedeutung für die Umbildung der Molluskenschale scheint mir ein weiteres Gesetz zu sein, auf welches EIMER in einem Vortrag bei Gelegenheit der Versammlung des Vereins für vaterländische Naturkunde im Februar 1894 zu Tübingen hingewiesen hat. Dasselbe gründet sich auf die Beobachtung, dass wenn sich einzelne Theile des Skelettes der Wirbelthiere in Folge anhaltender Thätigkeit bedeutend vergrößern, dies gewöhnlich auf Kosten benachbarter Theile geschieht, welche dafür zurückgebildet werden. Mit anderen Worten: Überall kommt neben der Wirkung der Thätigkeit der Verbrauch und das Freiwerden von Baumaterial als maßgebende Ursache der Umbildung ins Spiel, überall machen sich die Folgen der Umänderung eines einzelnen Theiles bemerkbar, bis in die fernsten Gebiete des gesammten Körpers. Solche Verknüpfung von stärkerer Ausbildung gewisser Organe mit Rückbildung anderer auf Grund der Vertheilung des dem Organismus mitgegebenen Stoffes beruht auf dem Gesetze der Ausgleichung, der Kompensation oder des Gleichgewichtes, welches schon von ÉT. GEOFFROY SAINT-HILAIRE theoretisch ausgesprochen wurde und das lebhafte Interesse von GOETHE erregt hat.

Auf dieses Gesetz der Ausgleichung muss wohl die Erscheinung zurückgeführt werden, dass bei dem Auftreten von Knoten, sowohl auf der Schale der Cephalopoden als der Gastropoden ein gleichzeitiges Verschwinden der Rippen zu beobachten ist. WÜRTENBERGER hat, wie erwähnt, diese Thatsache durch das Nützlichkeitsprincip zu erklären versucht, indem er annahm, dass bei der Anwesenheit von Stacheln die Rippen überflüssig waren; HYATT ließ diese Erscheinung unerörtert.

Wenn sich schon für das Auftreten der verschiedenen Skulpturarten bei den Molluskenschalen in der Nützlichkeitstheorie keine befriedigende Erklärung finden lässt, so erbringt die Zeichnung der Gehäuse geradezu den Beweis, dass Eigenschaften an einem Individuum auftreten und nach bestimmten Richtungen abändern können, welche in dessen Leben vollkommen indifferent bleiben. Gegen einen Nutzen der Zeichnung der Landschnecken spricht sich schon EIMER in seiner »Entstehung der Arten« sehr entschieden aus (p. 81), er sagt: »Ein

Nutzen der Streifung der Gehäuse dieser Schnecken kann um so weniger eingesehen werden, als nicht nur die Streifung sehr abändert, sondern wohl eben so oft fehlt, als sie vorhanden ist. Man könnte die Streifung als einen Schmuck betrachten wollen, welcher als Vorzug bei der geschlechtlichen Zuchtwahl wirkte, allein solche Annahmen widerlegen die Thatsachen: ich beobachte seit Jahren in meinem Garten, wie sich gestreifte und ungestreifte Thiere der Helix hortensis ohne alle Auswahl verbinden.« Eine solche Mischung gestreifter und ungestreifter Formen habe auch ich im vergangenen Frühjahr öfters Gelegenheit gehabt zu beobachten. Und weiter hebt er hervor (ebenda, p. 72), bei den Meeresschnecken müsse noch der weitere Umstand beachtet werden, dass die meisten Schalen im frischen Zustand von einer mehr oder weniger dicken Epidermis, dem Periostracum, überzogen sind, welche den Ansiedelungspunkt für zahlreiche Algenkolonien bildet und die Zeichnung der Gehäuse oft ganz verdeckt, so dass sie ein eintöniges, unscheinbares Aussehen erhalten. Erst nach Entfernung dieser organischen Schicht kommen die Farben und charakteristischen Zeichnungen zum Vorschein. Aus diesem Grund ist es wohl ausgeschlossen, dass für das Thier irgend ein Nutzen daraus entspringen kann, wenn es sich durch die Färbung seiner Schale der Umgebung anpassen würde; eine derartige Vermuthung könnte sich nur dann bestätigen, wenn die Pigmentirung auch auf die Epidermis selbst ausgedehnt wäre.

Die Art und Intensität der Schalenfärbung scheint bei Meeresschnecken in hohem Grad von der Einwirkung verschiedenartigen Lichtes abhängig zu sein, denn es ergeben sich in der Färbung der Bewohner oberer und unterer Regionen so große Unterschiede, dass keine andere Deutung zulässig ist.

Nach den Beobachtungen Edw. Forbes' im Ägäischen Meer fand sich von der achten bis vierten Zone, also in einer Tiefe von 378 bis 63 m auf den Schalen die rothe Farbe vorherrschend und zwar nimmt ihre Intensität umgekehrt proportional der Tiefe zu. Erst von 36 m an aufwärts waren auch blaue und grüne Farben vertreten. Wenn wir diese Ergebnisse mit denjenigen vergleichen, welche wir über die Vertheilung der Pflanzenfarben im Meere besitzen, so ergiebt sich eine merkwürdige Übereinstimmung. Wir finden auch hier in den größeren Tiefen rothe Pflanzenformen, die Florideen, vorherrschen — sie wurden nach Berthold in der Gegend von Neapel in einer Tiefe von 120—130 m vorwiegend angetroffen —, während sich die chlorophyllgrünen Pflanzen nicht weit von der Oberfläche entfernen.

Die Ursache dieser Vertheilung der Meerespflanzen erklärt sich durch die Untersuchungen Engelmann's und Hüfner's. Der Erstere beobachtete, dass der Ort des Assimilationsmaximums im Spektrum für verschieden gefärbte Pflanzen ein verschiedener ist (Botan. Zeitung 1883, p. 1—11 u. 17—29). Hüfner erbrachte den Beweis, dass die rothen und gelben Strahlen des in das Wasser einfallenden Lichtes viel früher an Intensität verlieren, als die cyanblauen und ultravioletten, dass also der weniger brechbare Theil des Spektrums überhaupt nicht in größere Tiefen vordringt (10b). Somit ist es selbstverständlich, dass chlorophyllhaltige Pflanzen, welche ihr Assimilationsmaximum in Roth haben, an solchen Stellen nicht leben können, während die Florideen, deren rothe Zellen in der stärker gebrochenen Hälfte des sichtbaren Spektrums $2^1{}_2$ mal so reichlich assimiliren, als in der weniger brechbaren, hier eben geeignete Existenzbedingungen finden.

Schwieriger ist es, das Zustandekommen der mit den Pflanzenfarben übereinstimmenden Färbungen der Thiere in den verschiedenen Meerestiefen zu erklären. Vielleicht lässt sich diese Erscheinung auf Farbenanpassung zurückführen, nicht im Sinne der Nützlichkeitstheorie, sondern als einfach nothwendige Folge der Wirkung physikalisch-chemischer Gesetze. Nach den Untersuchungen Wiener's (28) ist es sehr wahrscheinlich, dass die Farbstoffe der Thiere in gewissem Maß die Eigenschaften solcher farbenempfänglicher Stoffe besitzen, wie sie für die farbenphotographischen Platten in Verwendung kommen. Die in den Platten vorhandenen Stoffe haben nämlich die Fähigkeit farbige Verbindungen zu liefern, welche mit der jeweiligen Beleuchtungsfarbe übereinstimmen. Die Erklärung für dieses Verhalten wurde darin gefunden, dass von allen entstehungsfähigen Farbstoffen nur der mit der Beleuchtungsfarbe übereinstimmende bestehen bleiben kann, weil er dieselbe am besten zurückwirft, während die anderen Farbstoffe, welche die Beleuchtungsstrahlen absorbiren, zersetzt und verändert werden. Bei Thieren sind es hauptsächlich die Farben der Umgebung, welche das Abändern der Körperfarben beeinflussen, wie aus den Experimenten, welche von verschiedenen Forschern mit Raupen angestellt worden sind, zu ersehen ist. Im vorliegenden Fall würde es sich um eine Anpassung der Körperfarbstoffe der Thiere an die verschiedenfarbigen Meeresalgen handeln, eine Annahme, welche um so wahrscheinlicher erscheint, als Forbes, gestützt auf seine Beobachtungen, die Ansicht ausspricht, dass auch die Futterplätze der Thiere einen Einfluss auf deren Färbung auszuüben

scheinen, so dass das Roth und Grün in manchen Fällen der Menge von Nulliporen und der Caulerpa prolifera zuzuschreiben sei, einer sehr lebhaft erbsengrünen Tangart, deren Laub den gleichfarbigen Weichthieren zum Lieblingsaufenthalt dient.

Es bleibt dadurch nicht ausgeschlossen, dass noch andere Einflüsse, wie z. B. die Temperatur, Bedeutung für die Färbung der Meeresthiere besitzen. Aus Versuchen, welche Simroth mit Nacktschnecken angestellt hat, geht wenigstens hervor, dass hohe Temperatur die Entwicklung von rothem Pigment in der Haut der Nacktschnecken begünstigt, während niedere Wärmegrade vorzüglich den schwarzen Farbstoff zur Ausbildung bringen. Wenn jedoch auch noch nicht in jedem einzelnen Fall festgestellt werden kann, in wie weit andere Einflüsse die chemische Wirkung des Lichtes bei Erzeugung von Körperfarben beeinflusst haben, so lassen sich jedenfalls zahlreiche Erscheinungen in der Biologie durch die Wiener'sche Theorie erklären, welche bis jetzt als Ergebnisse der natürlichen Auslese betrachtet worden sind und als solche eine Stütze für die Theorie von der Herrschaft des Nutzens gebildet haben.

Je mehr sich aber die Biologen das physikalische Ergebnis der Wiener'schen Arbeit nutzbar machen werden, desto mehr müssen die Eimer'schen Theorien von der organischen Formgestaltung der Lebewelt Eingang finden.

Aus den vorhergehenden Ausführungen geht aber auch hervor, dass weder für die wechselnde Vertheilung des Farbstoffes für die Schalenzeichnung, noch für die Schalenskulptur die Lehre von der Naturzüchtung im Stande ist, eine befriedigende Erklärung zu liefern. Es können nur konstitutionelle Ursachen in Verbindung mit äußeren Einflüssen diese Mannigfaltigkeit hervorgebracht und solch bestimmt gerichtete Entwicklungsreihen erzielt haben. Sehr wahrscheinlich bestehen auch Beziehungen zwischen Schalenzeichnung und -skulptur, so dass eine vermehrte Kalkausscheidung des Mantels die Pigmentbildung an dieser Stelle vermindert. Es würden dann dieselben Ursachen, welche die Skulpturentwicklung beeinflussen, wenn auch nur indirekt zur Umbildung der Schalenzeichnung beitragen.

Es ist von großer Bedeutung, dass sich für die Abänderung der Zeichnung auf Schneckengehäusen dieselben Gesetze ergeben, welche Eimer für andere Thiergruppen abgeleitet hat und dass die Würtenberger'schen Ergebnisse, so weit sie die Skulpturentwicklung auf Cephalopodenschalen betreffen, auch auf die Schalen der Gastro-

poden übertragen werden können. Eine solche Übereinstimmung im Entwicklungsgang der Eigenschaften verschiedener Thiergruppen kann nur dann stattfinden, wenn denselben allgemeinere Gesetze zu Grunde liegen, deren Wirkung richtig erkannt ist.

Es bleibt mir endlich noch die Pflicht, allen Denjenigen meinen aufrichtigen Dank auszusprechen, welche durch ihre Unterstützung diese Arbeit gefördert haben. Vor Allen meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Th. Eimer, der mir die Anregung zu dieser Arbeit gegeben, deren Fortschritte mit dem regsten Interesse verfolgt und mir in jeder Weise das größte Entgegenkommen erzeigt hat. Auch seine eigenen Vorarbeiten auf diesem Gebiet wurden mir von ihm zur Verfügung gestellt. Besonderen Dank schulde ich ferner Herrn Dr. K. Fickert und den Herren Privatdocenten Dr. Hesse und Dr. Pompeckj für die freundliche Unterstützung, welche mir dieselben in allen technischen und sachlichen Fragen gewährt haben. Eine wesentliche Förderung erfuhr meine Arbeit durch die Güte des Herrn Hofrath Ritter von Hauer, Intendant des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien, welcher mir eine Anzahl tertiärer Gastropodenschalen mit wohlerhaltener Zeichnung zur Verfügung stellte. Eben so wurde ich von den verschiedensten Seiten in liebenswürdigster Weise durch Zusendung von werthvollem Material unterstützt. Namentlich durch die Herren Prof. Dr. Lampert, Direktor des kgl. Naturalienkabinetts zu Stuttgart, Dr. Hilger, Kustos am Großherzogl. Naturalienkabinett zu Karlsruhe, Privatdocent Dr. Vosseler in Stuttgart, Bicknell in Bordighera, Clessin in Ochsenfurt und Geier in Neckarthailfingen. Für die Herstellung der Zeichnungen bin ich meinem Vetter Herrn Ed. Fürst besonders verpflichtet.

Tübingen, im December 1895.

Verzeichnis der angeführten Werke.

1. de Blainville, Manuel de malacologie et de conchyliologie. Paris 1825.
2. Clessin, Über die Missbildung der Mollusken und ihrer Gehäuse. 22. Jahresbericht des naturhistor. Vereins in Augsburg. 1873.
3. Deshayes, Descriptions des coquilles fossiles des environs de Paris. II. 1837.

4a. Eimer, Zoologische Studien auf Capri. II. Lacerta muralis coerulea, ein Beitrag zur Darwin'schen Lehre. Leipzig, Engelmann, 1874.

4b. Derselbe, Untersuchungen über das Variiren der Mauereidechse, ein Beitrag zur Theorie von der Entwicklung aus konstitutionellen Ursachen. Archiv f. Naturgeschichte (u. selbständig). Berlin, Nicolai, 1881.

4c. Derselbe, Die Zeichnung der Vögel und Säugethiere. Vortrag, gehalten auf der Versammlung des Vereins für vaterländ. Naturkunde in Württemberg zu Nagold 1882. in: Württemb. naturwissensch. Jahreshefte. 1883.

4d. Eimer, Über die Zeichnung der Thiere. im: Zool. Anzeiger 1882, 1883, 1884 und in der Zeitschrift »Humboldt« 1885—1888.

4e. Derselbe, Die Entstehung der Arten auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen organischen Wachsens. I. Theil. Jena 1888.

4f. Derselbe, die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen. I. u. II. Theil. Jena 1889 u. 1895.

4g. Derselbe, Über das Gesetz der Ausgleichung (Kompensation) und Goethe als vergleichender Anatom. Vortrag, gehalten auf der Versammlung des Schwarzwälder Zweigvereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg zu Tübingen 1894. Württemb. naturwissensch. Jahreshefte 1895.

4h. Derselbe, Mittheilungen über die Zeichnung der Säugethiere, Schmetterlinge und Mollusken. Tageblatt der 28. Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte in Straßburg i/E. 1885. p. 408.

5. Edw. Forbes, Über die Färbung der Molluskenschale in den verschiedenen Regionen des Meeres. Report. Brit. Assoc. 1843.

6. Gegenbaur, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Landgastropoden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. III. 1851.

7. Hilgendorf, Über Planorbis multiformis im Steinheimer Süßwasserkalk. Monatsberichte der Berliner Akademie 1866.

8. Hörnes, Die fossilen Mollusken des Wiener Tertiärbeckens. Bd. I. Abh. der k. k. geolog. Reichsanstalt. Bd. III. Wien 1856.

9a. A. Hyatt, Genesis of the Arietidae. Smithsonian Contributions to knowledge 1889.

9b. Derselbe, Phylogeny of an acquired characteristic. Proceedings of the American philosophical Society. Vol. XXXII. No. 143. 1895.

10a. Hüfner, Über die Farbe des Wassers. Eine physikalische Untersuchung zur Biologie. Archiv für Anatomie u. Physiologie 1891.

10b. Hüfner u. Albrecht, Über die Durchlässigkeit des Wassers für Licht von verschiedener Wellenlänge. Annalen für Physik u. Chemie. Neue Folge. Bd. XLII. 1891.

11. Johnston-Bronn, Einleitung in die Conchyliologie. Stuttgart 1853.

12a. E. Kittl, Die Gastropoden der Schichten von St. Cassian der südalpinen Trias. Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien 1891, 1892, 1894.

12b. Derselbe, Die triadischen Gastropoden der Marmolata. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt in Wien. 1894.

13. Koken, Entwicklung der Gastropoden vom Cambrium bis zur Trias. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beilageband VI. 1889.

14a. Leydig, Über Paludina vivipara. Ein Beitrag zur näheren Kenntnis dieses Thieres in embryologischer, anatomischer und histologischer Beziehung. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. II. 1850.
14b. Derselbe, Die Hautdecke und Schale der Gastropoden. Archiv für Naturgeschichte. 42. Jahrgang. Bd. I. 1876.
15. v. Martens, Die Weich- und Schalthiere. Leipzig, G. Freitag, 1883.
16. Martini-Chemnitz, Systematisches Conchylienkabinett. Bd. II, X, IV, V 2. Heft.
17. Neumayr, Die Stämme des Thierreichs. Wien u. Prag 1889.
18. d'Orbigny, Palaeontologie française. Terrains jurassiques. Tom II. 1850.
19. Paetel, Katalog der Conchyliensammlung. Berlin 1888.
20. Quenstedt, Petrefaktenkunde Deutschlands. Bd. VII. Gastropoden. 1881 bis 1884.
21. Reeve, Conchologia Iconica. Monograph of the Genus Conus. London 1843.
22. Sandberger, Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. Wiesbaden 1860 bis 1863.
23. Simroth, Versuch einer Naturgeschichte der deutschen Nacktschnecken und ihrer europäischen Verwandten. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XLII.
24. Steinmann u. Döderlein, Elemente der Paläontologie. Leipzig 1890.
25. Würtenberger, Studien über die Stammesgeschichte der Ammoniten. Ein geologischer Beweis für die Darwin'sche Theorie. Leipzig 1880.
26. Zenneck, Die Anlage der Zeichnung und deren physiologische Ursachen bei Ringelnatterembryonen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. LVIII. 1894.
27. Zittel, Handbuch der Paläontologie. I. Abth. Paläozoologie. Bd. II. München 1881—1885.

Nachtrag.

28. O. Wiener, Farbenphotographie durch Körperfarben und mechanische Farbenanpassung in der Natur. Annalen f. Physik u. Chemie. Neue Folge. Bd. LV. 1895.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

Schematische Darstellung der Entwicklung der Zeichnung auf Gehäuseschnecken des Meeres.

Fig. 1. Conus quercinus Brug. Ursprüngliche feine Längsstreifung.

Fig. 1*a*. Voluta vexillum Cham. Die feinen Längslinien vereinigen sich zu breiten Streifen.

Fig. 1*b*. C. figulinus L. var. Einzelne Streifen fallen aus, während die zurückgebliebenen dunkler werden.

Fig. 1*c*. Voluta vexillum Chem. Dadurch, dass ganze Streifenkomplexe ausfallen, bilden sich gestreifte und nicht gestreifte Zonen.

Fig. 1*d*. V. musica L. Die Punkte oder Fleckenbinden kommen nur zonenweise zu Stande.

Fig. 2. C. stercus muscarum L. Die ursprünglichen Längsstreifen lösen sich in Punkte auf.

Fig. 2*a*. C. spurius Gm. Die breiteren Streifen lösen sich in Fleckenbinden auf.

Fig. 2*b*. C. arenatus Brug. Die Punkte ordnen sich in dreieckigen Komplexen an.

Fig. 2*b'*. C. nocturnus Brug. Diese aus Punkten bestehenden Komplexe verschmelzen zu dunkeln dreieckigen Flecken.

Fig. 3. C. stercus muscarum L. var. Die Punkte verbinden sich zu feinen Querstreifen.

Fig. 3*a*. Strombus gibberulus L. Die feinen Querstreifen verschmelzen zu breiteren Streifen und verlaufen in scharfen Zackenlinien.

Fig. 3*b*. C. generalis L. var. Die aus Längsstreifen bestehenden Zonen von Fig. 1*d* lösen sich ebenfalls in Punktreihen auf und bilden mit den in den übrigen Zonen gebildeten Zickzacklinien über die ganze Schale verlaufende Streifen.

Fig. 3*b'*. Conus generalis L. var. Die querverlaufenden Zickzackstreifen schwinden, während sich die Längsbinden dunkel färben.

Fig. 4. C. mercator L. Die Zickzacklinien verbinden sich zu Dreiecks- oder Viereckszeichnung.

Fig. 4*a*. C. clavus L. Dadurch, dass Komplexe kleinerer Zacken ausfallen, während die Begrenzungslinien eines solchen Komplexes mehr hervortreten, entstehen größere Dreiecke.

Fig. 5. C. geographus L. Dadurch, dass stets die eine Hälfte mehrerer in einer Reihe liegender Viereckchen ausfällt, entsteht sekundäre Längszeichnung.

Fig. 6. Schale von Trochus turbinatus Born.

Fig. 7. Mantel von Trochus turbinatus mit stärkeren Längs- und schwächeren Querrippen, die letzteren entsprechen den Anwachsstreifen auf der Schale.

Fig. 8. Längs- und Querlinien auf der Schale von Helix pomatia (Schema).

Fig. 9. Querleisten (= Anwachsstreifen) auf dem Mantel von Helix arbustorum.

Fig. 10. Querschliff durch den Mundwulst von Murex. *a*, Cuticula-, *b*, Prismen-, *c*, Porzellanschicht. *a* und *b* laufen frei aus. Die Cuticularschicht des neu angebauten Schalenstückes setzt unter der Prismenschicht *b* des Mundwulstes ein. Die Porzellanschicht *c* ist fortlaufend von annähernd gleicher Dicke.

Fig. 11. Mundwulst von Harpa. *a* und *b* sind am Mund umgeschlagen. Die Cuticular- und Prismenschicht des neuen Schalenstückes setzt wie bei Murex unter der alten Prismenschicht ein.

Fig. 12. Rippe von Murex.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Fig. 1.

Fig. 1.a

Fig. 1.b

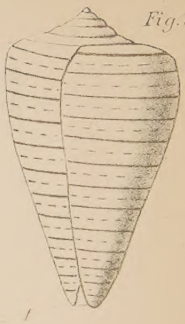


Fig. 1.c

Fig. 1.d

Fig. 2.

Fig. 2.c

Fig. 2.b

Fig. 2.b'

Fig. 3.

Fig. 3.a

Fig. 3.b

Fig. 3.b'

Fig. 4.

Fig. 4.a

Fig. 5.

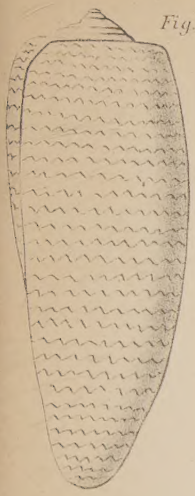


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

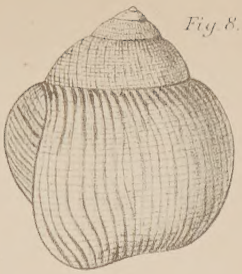


Fig. 9.

Fig. 10.

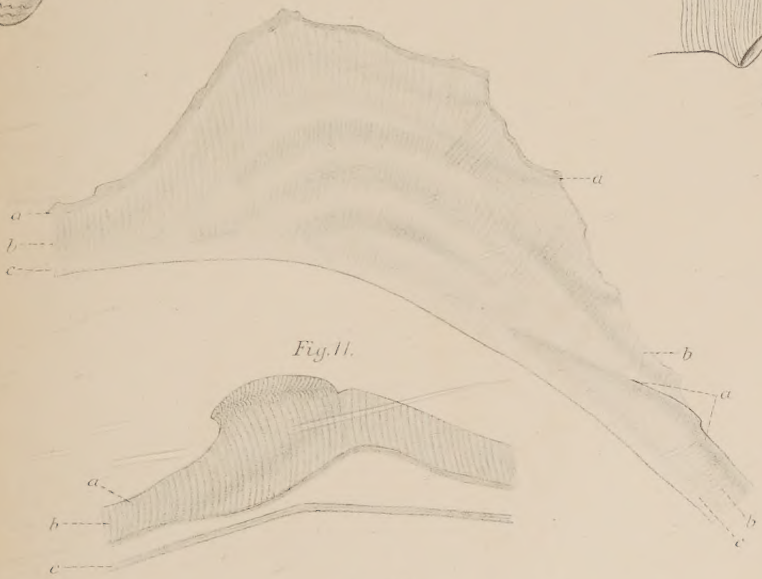


Fig. 11.

Fig. 12.

lmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.